

Hydraulique

REVUE PÉRIODIQUE D'INFORMATIONS TECHNIQUES DES THERMICIENS

CALEFFI
Hydronic Solutions

8

Juin 2021

Systemes connectés de régulation thermique pour radiateurs



ÉLÉGANCE HIGH STYLE



Le design à l'italienne. Le plaisir de rechercher le détail qui fait la différence. Les robinets thermostatisables et coudes de réglage high style black série 400 garantissent le bien-être dans les pièces en portant la technologie et la beauté à un même niveau. Confort et perfection visuel dans un objet qui se combine avec la tête connectée CALEFFI CODE®, déjà icône du style. **GARANTIE CALEFFI.**



ÉDITORIAL

UNE NOUVELLE PRÉSENTATION

Bienvenue dans cette nouvelle édition renouvelée du magazine Hydraulique!

Depuis de nombreuses années, cette publication phare a contribué à vous informer sur de nombreux sujets dans le domaine du chauffage, de la climatisation, des réseaux d'eau sanitaire et des énergies renouvelables. Les avancées technologiques et la mise à jour des normes nous amènent à approfondir les problématiques, en pointant toujours vers les solutions les plus adaptées à chaque situation. Tout cela est le résultat d'un excellent travail de recherche et de l'expérience de nos équipes.



Pour ce nouveau numéro d'Hydraulique, nous avons choisi de vous présenter notre nouvelle solution de régulation thermique connectée, solution naturelle et attendue pour l'avenir des systèmes de régulation : CALEFFI CODE® avec contrôle adaptatif et accessible à distance à l'ensemble de l'installation.

Ainsi, CALEFFI fait un autre grand pas en avant vers le futur, qui se veut être responsable et évolué technologiquement. Ce système a été conçu pour créer un maximum de confort et une optimisation énergétique élevée, associant en outre une commande sans fil à chaque terminal et la possibilité de gérer le confort souhaité via une application mobile (Android et iOS), avec une attention particulière au design par son élégance et ses lignes épurées.

Nous vous souhaitons une bonne lecture et espérons que vous apprécierez ce nouveau numéro de notre revue Hydraulique.

Jérôme Carlier



Directeur de la publication :
Mattia Tomasoni

Responsable de la Rédaction :
Fabrizio Guidetti

Ont collaboré à ce numéro :
Claudio Ardizzoia - Elia Cremona
Marco Godi - Domenico Mazzetti
Renzo Planca - Alessia Soldarini
Mattia Tomasoni
Jérôme Carlier - Roland Meskel

Hydraulique est une publication
éditée par Caleffi France

Imprimé par :
Grafiche Vecchi
Borgomanero (NO) Italie

Dépôt légal : juin 2021
ISSN 1769-0609

CALEFFI S.P.A.
S.R. 229, n.25
28010 Fontaneto d'Agogna (NO)
Tél. +33 (0)4 75 59 95 86
Fax +39 0322 863723
info@caleffi.com
www.caleffi.com

CALEFFI FRANCE
45 Avenue Gambetta
26 000 Valence
Tél. +33 (0)4 75 59 95 86
infos.france@caleffi.com
www.caleffi.fr

CALEFFI INTERNATIONAL N.V.
Moesdijk 10-12
P.O. BOX 10357 - 6000 GJ Weert
Tél. +32 89-38 68 68
Fax +32 89-38 54 00
info@caleffi.be
www.caleffi.be

Copyright Hydraulique Caleffi. Tous droits réservés. Il est strictement interdit de publier, reproduire ou diffuser une quelconque partie de la revue sans l'accord écrit de Caleffi France.

SOMMAIRE

5 SYSTÈMES CONNECTÉS DE RÉGULATION THERMIQUE POUR RADIATEURS

- 6 HISTOIRE DE LA RÉGULATION DES INSTALLATIONS DOMESTIQUES DE CHAUFFAGE
- Les régulations dans les premières installations centralisées et les robinets thermostatiques
 - Les installations à zones et l'utilisation des thermostats d'ambiance
 - Les premiers contrôles à distance via ligne téléphonique
 - Le contrôle à distance via smartphone
 - Des systèmes fermés aux objets interconnectés

- 10 SYSTÈMES DE RÉGULATION THERMIQUE AVEC CONTRÔLE À DISTANCE
- Régulation thermique à distance via activateurs téléphoniques
 - Régulation thermique avancée à distance
 - Systèmes IoT

- 14 TYPES ET CARACTÉRISTIQUES DES ROBINETS THERMOSTATIQUES
- Robinets thermostatiques traditionnels
 - Robinets thermostatiques électroniques
 - Robinets thermostatiques connectés

20 SISTEMA DI REGOLAZIONE TERMICA REMOTA

- 22 AVANTAGES POUVANT ÊTRE OBTENUS EN UTILISANT DES ROBINETS THERMOSTATIQUES CONNECTÉS
- La régulation dans les installations centralisées à radiateurs
 - La régulation dans les installations autonomes de chauffage par radiateurs à une seule zone
 - La régulation dans les installations autonomes de chauffage par radiateurs à deux zones
 - Tableau récapitulatif des exemples traités

- 31 APPROFONDISSEMENT : Protocole OpenTherm® et directive européenne Ecodesign

SYSTÈMES CONNECTÉS DE RÉGULATION THERMIQUE POUR RADIATEURS

Mattia Tomasoni et Elia Cremona, ingénieurs
Version française par Jérôme Carlier

L'introduction de ce numéro de la revue Hydraulique est dédiée à l'histoire et à l'évolution des installations de chauffage à usage domestique. L'attention croissante pour le thème de l'économie d'énergie et du confort a entraîné des progrès dans le domaine de l'ingénierie thermique et, donc, de nouvelles solutions techniques concernant les modalités de réalisation et de conception des installations et les systèmes permettant de les réguler.

Nous nous occuperons en particulier des systèmes de régulation thermique en mesure d'être contrôlés à distance, dont le développement suit celui du secteur des télécommunications et est passé des lignes téléphoniques analogiques aux modernes technologies Internet, de plus en plus performantes et accessibles à grande échelle. Dans ce contexte, et

avec une attention particulière pour les installations de chauffage par radiateurs, nous approfondirons les principaux aspects techniques et le principe de fonctionnement des nouveautés les plus récentes apparues sur le marché, à savoir les systèmes connectés de régulation thermique. Il s'agit de technologies qui allient différents composants et capteurs en mesure d'interagir entre eux et d'être également gérés et contrôlés à distance à l'aide de fonctions innovantes et avancées.

Ce sont des solutions qui représentent une innovation des robinets de radiateur dotées de tête de type thermostatique ou électronique, plus souvent identifiées respectivement comme robinets thermostatiques traditionnels et robinets thermostatiques électroniques.

C'est pourquoi, nous parlerons ci-après, pour des raisons pratiques, de « robinets thermostatiques connectés », définition typiquement utilisée dans le jargon technique habituel, même si elle se réfère à des systèmes plus complexes.

Pour finir, grâce à une analyse spécifique et à une comparaison entre les différentes solutions d'installation, nous évaluerons les avantages pouvant être obtenus en utilisant les nouveaux robinets, tant du point de vue de la réduction des consommations d'énergie que des performances en termes de bien-être thermique. Comme nous le verrons, ceux-ci varient considérablement en fonction des habitudes quotidiennes, qui, de nos jours, poussent à vivre les espaces d'une façon de plus en plus dynamique.



Histoire de la régulation des installations domestiques de chauffage

Depuis le boom de la construction au cours des années '60, nous avons assisté à une évolution technique continue qui a concerné non seulement différentes solutions de réalisation des installations de chauffage, mais aussi le perfectionnement continu des systèmes de régulation adoptés. Cet élan est lié à plusieurs aspects, tels que l'attention dédiée au coût de l'énergie et le besoin qui en découle de réduire les gaspillages, sans oublier les attentes, tout aussi importantes, des utilisateurs en matière de confort et de bien-être thermique dans leur logement.

Les régulations dans les premières installations centralisées et les robinets thermostatiques

Une grande partie des logements en France était constituée d'immeubles résidentiels équipés d'installations de chauffage avec distribution du type à colonnes montantes. A l'époque, en effet, il s'agissait de la solution de conception la plus adoptée pour les premières installations centralisées, où les radiateurs étaient dotés de vannes manuelles et servis par des tuyaux verticaux traversant les étages de l'immeuble. De par leur nature, ces installations ne pouvaient offrir aucun type d'autonomie thermique.

C'est précisément dans ce contexte que naissent les premiers systèmes de régulation climatique* de chaufferie.

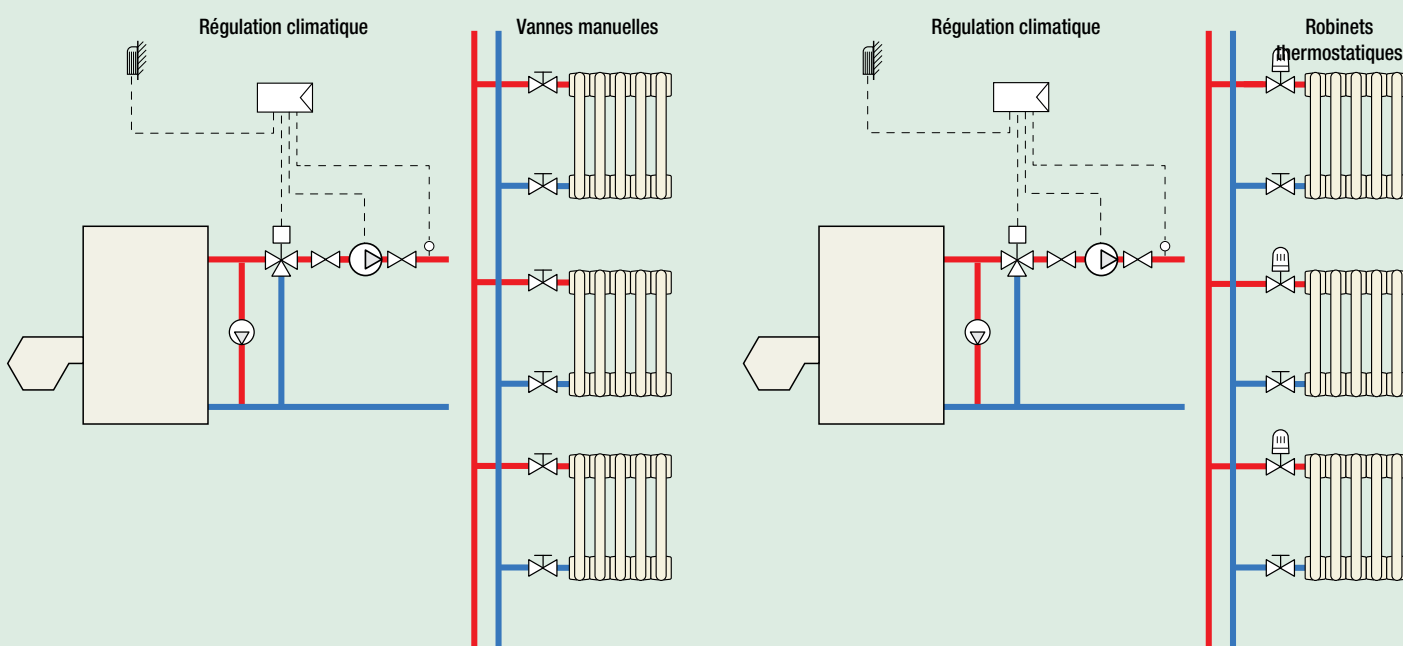
Cette solution prévoyait, d'une façon simple et relativement économique, la limitation de la puissance thermique générée,

en particulier lors des périodes de l'année où il fait plus doux.

Il est évident qu'une régulation de ce type présente le désavantage de ne pas tenir compte des charges thermiques effectives dans les différentes pièces, dues, par exemple, à une exposition différente ou à des apports gratuits de chaleur.

Cependant, cette régulation reste la seule possible jusqu'à l'apparition sur le marché des robinets thermostatiques, composants qui ont permis de surmonter certaines limites intrinsèques de la distribution à colonnes montantes. L'élément thermosensible dont ils sont dotés régularise le débit dans chaque radiateur et est ainsi en mesure de garantir l'équilibre thermique dans chaque pièce.

Malgré les aspects positifs mentionnés, les installations de robinets thermostatiques devaient et doivent encore être accompagnées de précautions techniques visant à compenser les déséquilibres hydrauliques inévitables créés par le fonctionnement, afin d'éviter des bruits gênants.



années '60

Fig. 1 : Régulation climatique et robinets thermostatiques

Les installations à zones et l'utilisation des thermostats d'ambiance

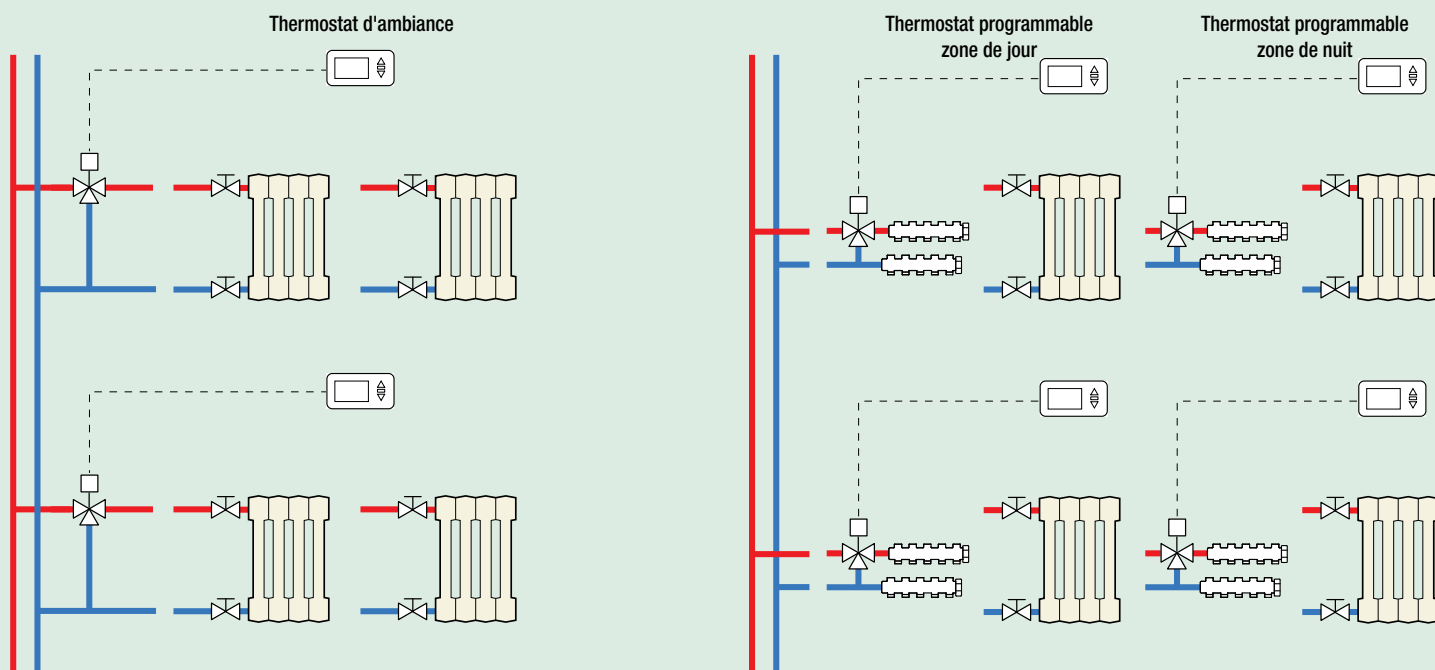
À partir des années '70, les installations à zones ont commencé à se répandre. Dans ces installations, les tuyauteries verticales principales alimentent tout le circuit interne d'un appartement. C'est pour cette raison qu'elles sont généralement connues comme installations à distribution horizontale et, contrairement à celles à colonnes montantes, elles ont, donc, une seule entrée et une seule sortie du fluide caloporteur dans chaque logement.

Cet avantage de construction répond à l'exigence croissante d'autonomie thermique, grâce à la possibilité de combiner une vanne de zones installée à l'entrée de l'appartement à un thermostat d'ambiance. Lorsque le thermostat demande de la chaleur, la vanne, généralement à 3 voies, ouvre le passage vers la zone de façon à permettre au fluide chaud d'atteindre les radiateurs. Dans le cas contraire, la vanne dévie le fluide vers la tuyauterie de retour.

Les premiers thermostats possédaient des caractéristiques très limitées mais, au fil des ans et grâce à l'évolution des dispositifs électroniques, ils ont été dotés de fonctions de plus en plus sophistiquées et se sont transformés en thermostats

programmables. Ceux-ci sont, par exemple, en mesure de modifier le point de consigne au cours des heures de la journée et, dans le cas des dispositifs les plus complexes, même en fonction du jour de la semaine.

La principale limite des installations à zones est celle de ne pouvoir gérer le chauffage qu'à l'aide d'une seule vanne de zones, généralement commandée par un thermostat au service de tout l'appartement. Par conséquent cette solution n'est pas en mesure de satisfaire des charges diversifiées pour chaque pièce. Cependant, pour limiter ce désavantage, même partiellement, les installations à zones les plus modernes sont caractérisées par une subdivision supplémentaire. Pensons, par exemple, aux installations avec distribution par collecteurs, typiques des logements privés, où il existe fréquemment une subdivision entre zone de jour et zone de nuit axée sur l'utilisation de deux vannes de zones différentes, commandée chacune par son thermostat programmable.



années '70

Fig. 2 : Les installations à zones

Les premiers contrôles à distance via ligne téléphonique

Au cours des années '80 et '90, l'évolution des lignes téléphoniques et des dispositifs électroniques ont permis le développement de ce qui représente de fait les premières tentatives de contrôle à distance des thermostats. Initialement cette solution n'est apparue que dans le cadre de petits logements privés, notamment dans les résidences secondaires ou les bâtiments utilisés de façon sporadique. Les thermostats dotés de cette possibilité n'ont, en effet, pas connu une grande diffusion dans le secteur résidentiel à cause de leur technologie prématurée et donc de leur coût élevé. Ce dernier aspect n'était pas non plus justifié par les fonctions très limitées dont ils disposaient, à savoir essentiellement la seule possibilité d'allumer et d'éteindre le système de chauffage.

Le contrôle à distance via smartphone

Dans le secteur résidentiel, l'émergence de commandes à distance de plus en plus fonctionnelles provient, en réalité, de la diffusion à grande échelle des smartphones ainsi qu'à l'utilisation croissante de la connexion Internet tant chez soi qu'à l'extérieur.

Par rapport aux téléphones portables traditionnels, les smartphones ont des capacités de calcul et de connexion de données très avancées et présentent aussi la possibilité d'installer des applications dédiées (app) à différents domaines et utilisations. Ces technologies sont devenues accessibles à tous à des coûts de plus en plus limités et offrent ainsi des possibilités innovantes même dans le domaine de la régulation thermique.

C'est ainsi qu'au cours des dix dernières années, de nouveaux types de thermostat sont apparus, appelés communément thermostats intelligents, en mesure de se connecter au réseau Internet et d'être commandés à distance directement à l'aide d'une app dédiée, pouvant être installée sur son propre smartphone. Il devient, donc, possible d'effectuer à distance même des commandes complexes comme, par exemple, modifier la programmation en fonction des exigences effectives et des habitudes, ce qui comporte des avantages tant en termes de confort que d'économie d'énergie.

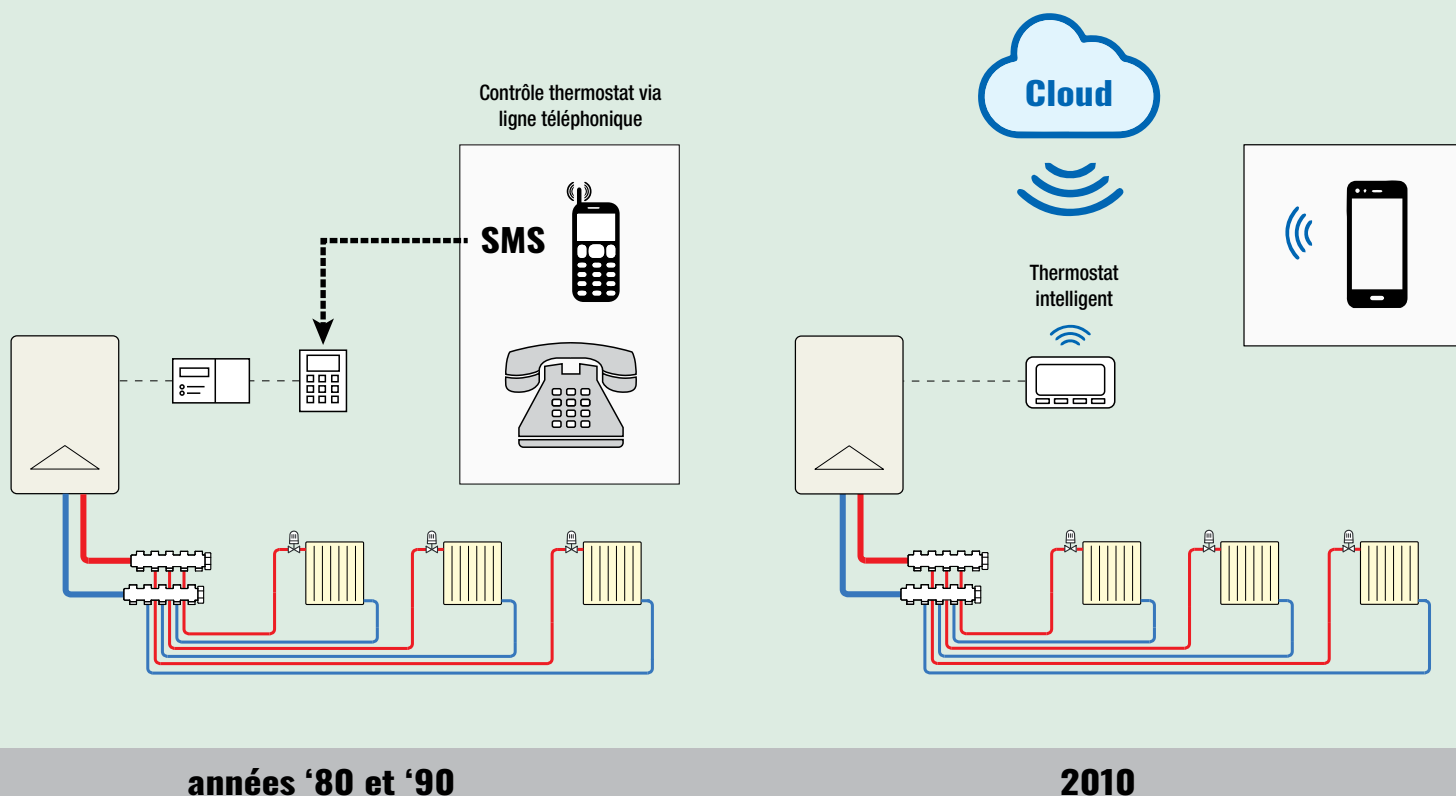


Fig. 3 : Systèmes de régulation thermique avec contrôle à distance

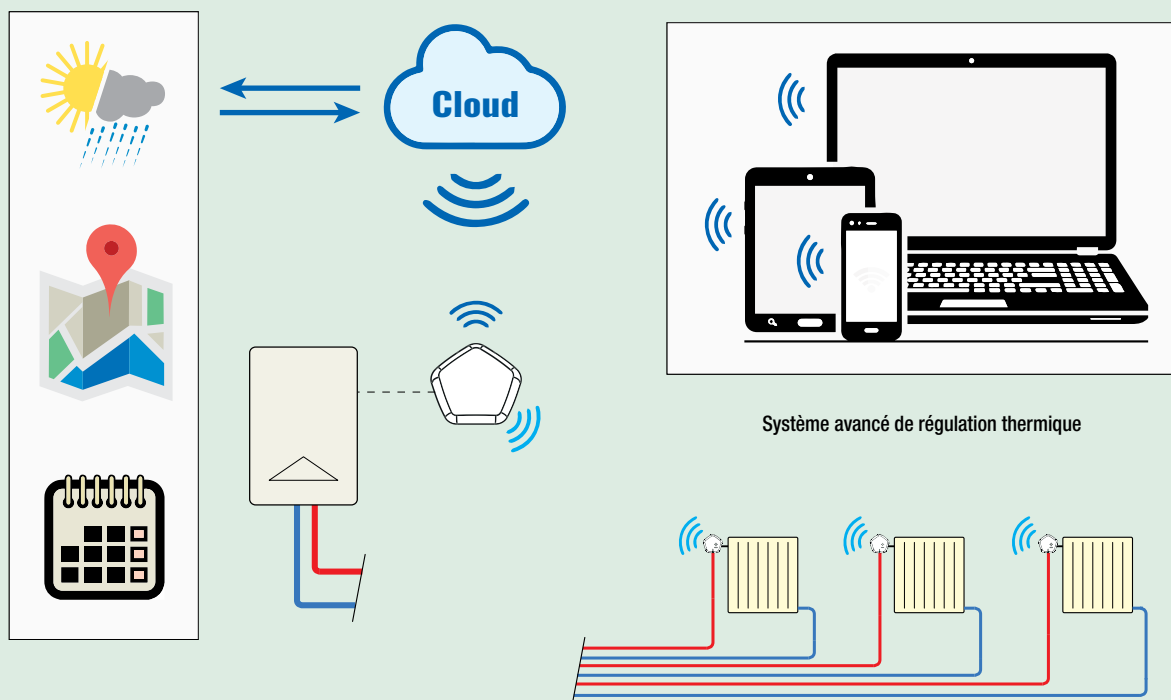
Des systèmes fermés aux objets interconnectés

Les thermostats intelligents susmentionnés ont connu une évolution rapide de leur complexité et de simples dispositifs, ils sont devenus des systèmes plus complets, en ajoutant, par exemple, la possibilité de commander, à leur tour, d'autres composants tels que des têtes électroniques installées sur les robinets de radiateur. Ceci a permis de réaliser des régulations et des programmations diversifiées pour chaque pièce, même dans des installations de chauffage où cela n'était, jusqu'alors, pas faisable avec les dispositifs traditionnels.

Les premières solutions de gestion de ces systèmes ont été de type fermé : les régulations, les données et les modes de fonctionnement résident dans des logiques et des algorithmes mis en place par le fabricant lui-même. C'est pourquoi les composants qui font partie de ces systèmes sont en mesure de fonctionner uniquement en communiquant entre eux.

Par contre, au cours des dernières années, la tendance qui s'impose de plus en plus consiste à utiliser des systèmes de type ouvert, capables d'interagir, à leur tour, avec d'autres composants d'un secteur différent d'application et fabriqués par des constructeurs différents.

Nous parlons, dans ce cas, de technologies IoT (Internet of Things), littéralement « Internet des objets », parce que ce sont précisément les objets communs qui sont reliés en réseau, afin qu'ils puissent partager entre eux des données et des informations, en prévoyant ainsi la possibilité de fournir de nouveaux types de services aux utilisateurs. Pensons, par exemple, dans le secteur résidentiel, à des objets communs tels que des lampes, prises électriques, capteurs, etc. De même, le système de régulation thermique peut, lui aussi, faire partie intégrante d'un réseau intelligent : thermostats, capteurs de température et vannes peuvent exploiter les informations et les données partagées de façon à réguler au mieux l'installation de chauffage en fonction des exigences réelles.



2015

Fig. 4 : Systèmes avancés de régulation thermique

Systèmes de régulation thermique avec contrôle à distance

RÉGULATION THERMIQUE À DISTANCE VIA ACTIVATEURS TÉLÉPHONIQUES

Comme dit précédemment, l'activateur téléphonique a été historiquement l'instrument qui a permis de réaliser les premiers systèmes de régulation thermique offrant la possibilité de contrôle à distance. Dans ce but, ces dispositifs comprennent un ou plusieurs contacts, appelés communément canaux, en mesure d'allumer ou d'éteindre les appareils électriques auxquels ils sont reliés. En fonction de la technologie qu'ils utilisent, nous pouvons distinguer deux types principaux.

Activeurs téléphoniques analogiques

Ce sont les premiers modèles d'activateur apparus sur le marché et ils utilisent la ligne téléphonique analogique pour commander un thermostat à distance. Leur utilisation consiste à appeler le numéro de téléphone fixe auquel est relié l'activateur, saisir un code d'identification et, éventuellement, le numéro du canal à activer. Ces passages provoquent le changement d'état de l'installation de chauffage.

Les activateurs téléphoniques analogiques peuvent, donc, effectuer les simples fonctions ci-dessous :

- allumer l'installation de chauffage à distance ;
- éteindre l'installation de chauffage à distance.

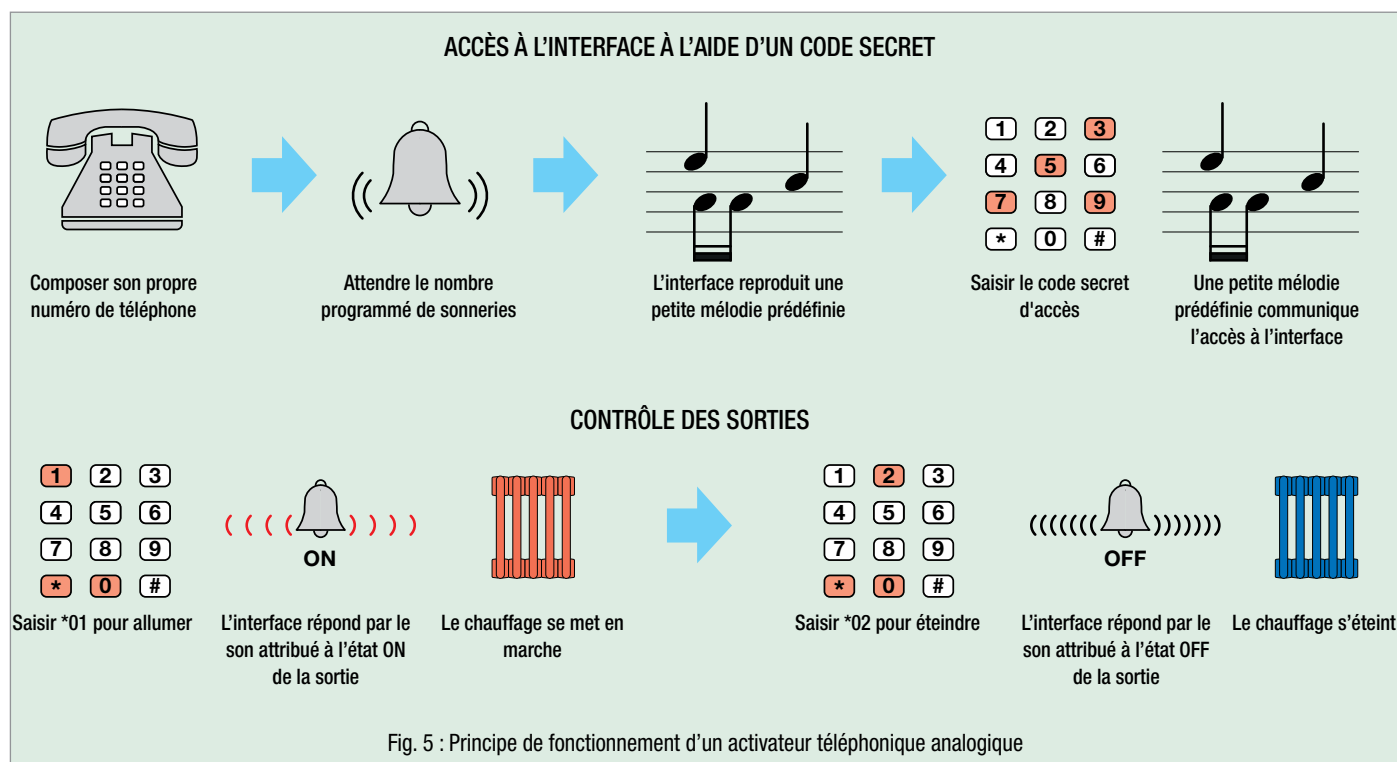
Étant donné leurs possibilités limitées, ces dispositifs ont été utilisés principalement dans les résidences secondaires et les maisons de vacances.

Activeurs téléphoniques GSM

Contrairement aux activateurs traditionnels, ceux-ci exploitent la technologie GSM, c'est-à-dire celle qui a permis la naissance des systèmes de téléphonie portable. En utilisant un plus grand débit de données, la communication de type numérique et des services tels que les messages SMS, ces activateurs peuvent effectuer les fonctions suivantes :

- allumer l'installation de chauffage à distance ;
- éteindre l'installation de chauffage à distance ;
- communiquer l'état réel de fonctionnement ;
- communiquer la température relevée ;
- communiquer des alarmes.

Ce sont des solutions qui sont encore appliquées actuellement dans des installations domestiques utilisées occasionnellement. Malgré leurs fonctions limitées par rapport aux solutions plus modernes que nous approfondirons ci-après, ils présentent l'avantage d'être très économiques et, surtout, de ne pas dépendre d'une connexion Internet toujours activée.



RÉGULATION THERMIQUE AVANCÉE À DISTANCE

Au cours de la dernière décennie, l'expansion du réseau Internet et la diffusion de téléphones portables de plus en plus performants ont contribué à la naissance de systèmes de régulation thermique avancée à distance : en ajoutant la connectivité (au réseau Internet) aux régulateurs traditionnels, tels que thermostats ou têtes pour vannes de radiateur, il est possible de les contrôler à distance grâce à des applications spécifiques pouvant être installées sur ses propres dispositifs portables (smartphones, tablettes, etc.). Ce sont des systèmes que nous pouvons définir de type fermé, parce qu'ils sont constitués d'un ensemble de dispositifs en mesure de communiquer uniquement entre eux en fonction de protocoles et de règles développés par le fabricant en question.

Principe de fonctionnement

Les systèmes de régulation thermique à distance sont en mesure d'effectuer différentes fonctions grâce à la synergie entre les principaux éléments.

Dispositifs de régulation thermique

En fonction du type de système, il y a généralement un ou plusieurs thermostats, capteurs de température et éventuellement actionneurs pour le contrôle de l'ouverture et de la fermeture des vannes. Indépendamment de leur fonction spécifique, dans les systèmes de régulation thermique avancée, ces dispositifs sont en mesure de dialoguer entre eux via des protocoles de communication radio, qui requièrent normalement une consommation d'énergie très limitée. Pour beaucoup de ces dispositifs, cette caractéristique rend possible une alimentation électrique via batterie, afin d'éviter les câblages et de faciliter considérablement l'installation dans toutes les situations.

Gateway de communication

C'est le composant qui ajoute la caractéristique de connectivité au système et qui, par conséquent, rend possible le contrôle à distance avancé. Il peut être séparé ou intégré dans un autre dispositif, par exemple, à l'intérieur du thermostat principal. Sa fonction la plus importante est celle de se connecter au réseau Internet et, via ce réseau, de gérer le flux de données, dans les deux sens, entre le système de régulation et les dispositifs par lesquels l'utilisateur peut donner des commandes à distance.

Application pour la gestion à distance

Il s'agit d'un logiciel créé spécifiquement par le fabricant du système avancé de régulation thermique, pouvant être installé sur différents types de dispositifs de téléphonie mobile, ou souvent accessible aussi depuis un ordinateur. Il constitue, de fait, l'interface grâce à laquelle l'utilisateur est en mesure de programmer, gérer et afficher l'état de son système de régulation thermique.

Cloud

C'est un service numérique en réseau où sont stockées, traitées et transmises les données du système connecté de régulation thermique. Dans l'architecture du système, il s'interpose entre la gateway et les dispositifs mobiles et il présente plusieurs avantages dont la possibilité de synchroniser toutes les données du système en les rendant disponibles pour le contrôle à distance. De plus, le Cloud contient et met en oeuvre les logiques de fonctionnement du système : de cette façon, il est possible de simplifier la fabrication des dispositifs de régulation thermique et de réduire ainsi leurs coûts. En même temps, le fabricant a la possibilité d'apporter à tout moment des améliorations et des modifications au système par le biais de simples mises à jour, tout en laissant inchangées les caractéristiques techniques des composants, même si ceux-ci sont déjà installés.

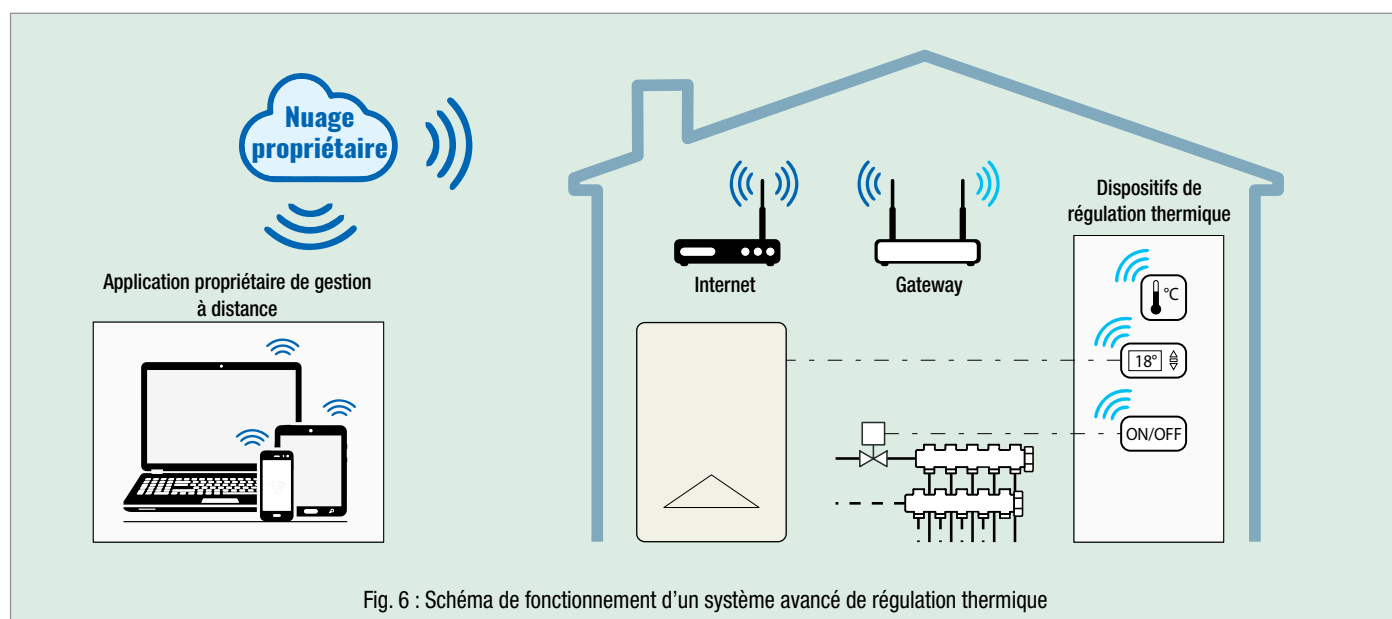


Fig. 6 : Schéma de fonctionnement d'un système avancé de régulation thermique

Fonctions avancées

L'architecture des systèmes connectés de régulation thermique a permis le développement de nouvelles fonctions avancées, en plus de l'allumage et de l'extinction à distance typiques des solutions les plus simples.

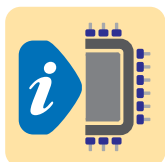
Programmation avancée



La programmation avancée consiste en la possibilité de modifier la programmation horaire de l'installation de chauffage d'une façon plus évoluée, avec une série d'avantages. Par rapport au thermostat programmable classique où il n'est possible de régler que la semaine type directement sur le dispositif en question, les nouvelles solutions permettent aussi les fonctions suivantes :

- programmation intuitive via une interface graphique facile à utiliser ;
- programmation selon le calendrier, il est, par exemple, possible de prédéfinir avec précision les jours d'absence de son logement ;
- gestion des événements imprévus en activant une programmation temporaire, comme dans le cas d'absences non programmées ou de retour anticipé à son logement ;
- création et enregistrement de programmes personnalisés réglables à tout moment en fonction des exigences.

Auto-apprentissage



L'auto-apprentissage est une fonction qui ne requiert aucune intervention de l'utilisateur, mais qui est exécutée d'une façon complètement automatique.

Le système avancé de régulation thermique stocke de façon continue les données sur les cycles de chauffage. Grâce à cette caractéristique et à des modèles mathématiques appropriés, le système est en mesure, après quelques jours de fonctionnement, de prévoir le temps de réponse de l'installation. En termes pratiques, le système apprend à connaître le laps de temps nécessaire pour porter les pièces à la température de confort, en gérant ainsi de façon optimale les horaires d'allumage effectif.

En plus de la caractéristique qui vient d'être décrite, certains thermostats sont aussi dotés de capteurs de présence, intégrés ou comme dispositifs accessoires. L'information qui en découle permet au système de régulation thermique d'adapter éventuellement la programmation réglée, en optimisant donc l'utilisation de l'installation en fonction de la présence réelle dans le logement.

Intégration avec les données climatiques



L'intégration avec les données climatiques permet au système de régulation thermique de trouver les données climatiques directement sur le réseau Internet. Le système est, donc, en mesure de connaître la température extérieure sans un véritable capteur de mesure. En plus de la fonction d'auto-apprentissage décrite précédemment, grâce à ces données, le système est en mesure de gérer avec une avance adéquate les temps d'allumage de l'installation, de façon à atteindre les conditions de confort dans les phases horaires souhaitées.

Par ailleurs, sur les systèmes les plus évolués, les données météorologiques peuvent aussi être utilisées pour réaliser une régulation climatique sans sonde de température extérieure.

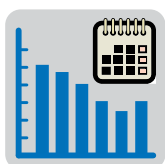
Géolocalisation



Tous les smartphones sont désormais dotés de systèmes de localisation GPS (Ground Positioning System), qui leur permettent de relever la position géographique exacte de l'utilisateur (géolocalisation). Certains systèmes de régulation thermique avancée exploitent ces données essentiellement dans deux buts :

- détecter lorsqu'il n'y a personne à l'intérieur du logement et éviter ainsi des allumages inutiles de l'installation ;
- allumer l'installation lorsqu'il détecte qu'un utilisateur est sur la route de retour à son logement.

Historique des données



Normalement, l'utilisateur règle un certain rayon d'action à partir de son domicile à l'intérieur duquel le système peut appliquer les logiques qui viennent d'être décrites.

Les systèmes génèrent un historique des données concernant le fonctionnement de l'installation, telles que les périodes d'allumage et les températures enregistrées. Ces données sont collectées et mises à la disposition de l'utilisateur pour être consultées à tout moment. Il ne s'agit pas en soi d'une fonction avancée mais la possibilité d'analyser de façon autonome ses propres consommations peut sensibiliser l'utilisateur à une utilisation adéquate de son installation de chauffage.

SYSTÈMES IoT

D'une façon totalement semblable à l'évolution des systèmes de régulation thermique décrite dans les pages précédentes, des régulations avancées avec contrôle à distance sont nées en parallèle pour d'autres objets et appareils communément utilisés à l'intérieur des logements, comme dans le domaine de l'éclairage, la gestion des prises électriques, les systèmes d'alarme, les appareils électroménagers, pour ne citer que quelques exemples. Sur le marché, plusieurs de ces systèmes sont devenus, eux aussi, « connectés », tout en restant, cependant, caractérisés par un fonctionnement complètement indépendant l'un de l'autre, typique des systèmes de type fermé. Par contre, au cours des dernières années, nous assistons au passage à des systèmes de type ouvert, orientés vers l'intégration et l'interopérabilité d'applications et de services tiers, en un processus de partage des informations et des données qui implique plusieurs types de dispositifs, appartenant même à des domaines différents d'application. C'est pour cette raison que les technologies récentes en mesure d'interconnecter des systèmes de nature différente appartiennent à ce qui est communément défini comme « Internet des objets » ou « Internet of Things » (IoT).

L'idée à la base des systèmes IoT a été développée par les principales entreprises technologiques de services informatiques et de services Internet, en créant des plateformes numériques dédiées en mesure de collecter et de traiter l'énorme quantité de données provenant des différents sous-systèmes avec lesquels ils sont en mesure de communiquer. Ces informations sont utilisées pour pouvoir gérer et optimiser les performances et le fonctionnement de tous les objets qui se trouvent dans le même réseau intelligent.

En ce qui concerne la régulation thermique, il est facile de comprendre à quel point celle-ci peut être rendue encore plus efficace si son fonctionnement se base non seulement sur les informations provenant de l'installation de chauffage, mais aussi sur celles issues d'autres objets connectés. Pensons, par exemple, à l'état des systèmes d'éclairage ou aux capteurs de mouvement du système d'alarme, de simples informations à partir desquelles des algorithmes dédiés peuvent comprendre d'une façon encore plus précise les habitudes des utilisateurs et rendre, par conséquent, la programmation des horaires de confort encore plus efficace.

Par ailleurs, le monitoring continu du fonctionnement de l'installation de chauffage ouvre les portes également à de nouvelles possibilités en termes de fourniture des services d'assistance, qui peuvent compter sur un diagnostic beaucoup plus évolué. Dans ce sens, non seulement l'utilisateur mais l'installateur aussi peuvent être prévenus en temps réel des anomalies ou des pannes éventuelles et prévoir ainsi des interventions d'entretien plus rapides et plus ciblées.



Types et caractéristiques des robinets thermostatiques

En fonction des caractéristiques et de l'évolution technique des têtes installées sur les robinets de radiateur, il est possible de les classer en :

- robinet de radiateur avec tête thermostatique (appelée ci-dessous, pour des raisons de simplicité, *robinet thermostatique traditionnel*) ;
- robinet de radiateur avec tête électronique (appelée ci-dessous, pour des raisons de simplicité, *robinet thermostatique électronique*) ;
- robinet de radiateur avec tête connectée (appelée ci-dessous, pour des raisons de simplicité, *robinet thermostatique connecté*).

Ces dernières, notamment, représentent une nouveauté apparue récemment sur le marché et dont nous approfondirons les principaux aspects dans les pages qui suivent.

ROBINETS THERMOSTATIQUES TRADITIONNELS

Grâce aux têtes thermostatiques dont ils sont dotés, ces robinets sont en mesure de réguler de façon autonome la température ambiante sur une valeur fixe de point de consigne. Leur principe de fonctionnement est de type mécanique, sans besoin d'alimentation électrique, et il se base sur la modulation du débit du fluide caloporteur. De cette façon, ils sont en mesure de réguler l'émission de chaleur des radiateurs afin de maintenir un niveau de confort stable à des températures pouvant être réglées directement sur les têtes en question.

La principale limite réside dans le fait qu'ils ne permettent que de maintenir les conditions de confort souhaitées à l'intérieur de chaque pièce sans aucune possibilité de les programmer. Ils ne sont, donc, pas en mesure de gérer des températures différentes dans chaque pièce en fonction des phases horaires ou des jours de la semaine.

Cette limitation ne peut pas être évitée dans les installations à colonnes montantes. Dans le cas d'installations à zones, par contre, elle peut être partiellement surmontée en combinant un ou plusieurs thermostat programmables et en découpant l'installation en plusieurs zones de façon à séparer les pièces du logement caractérisées par des habitudes différentes d'utilisation.

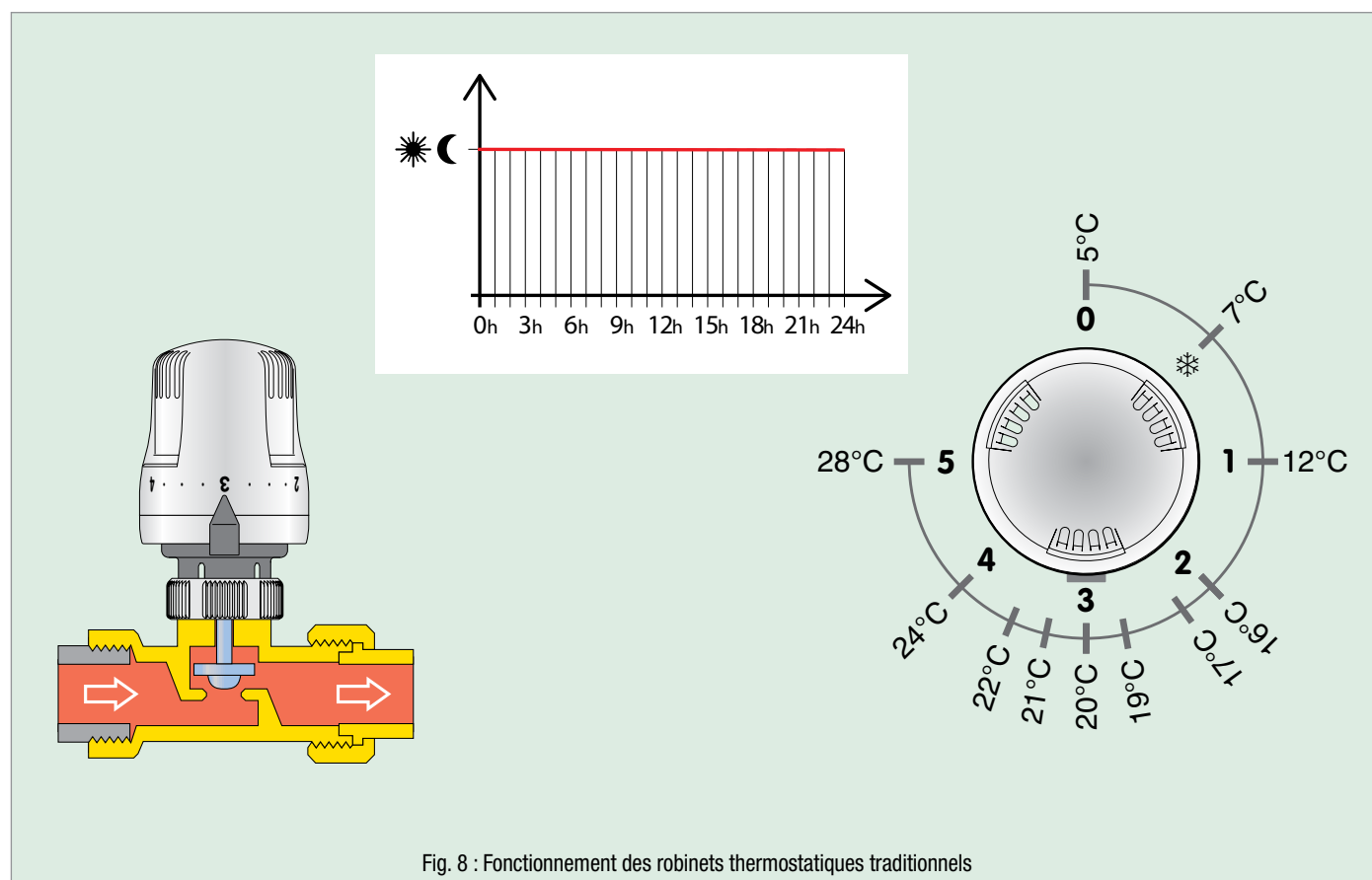
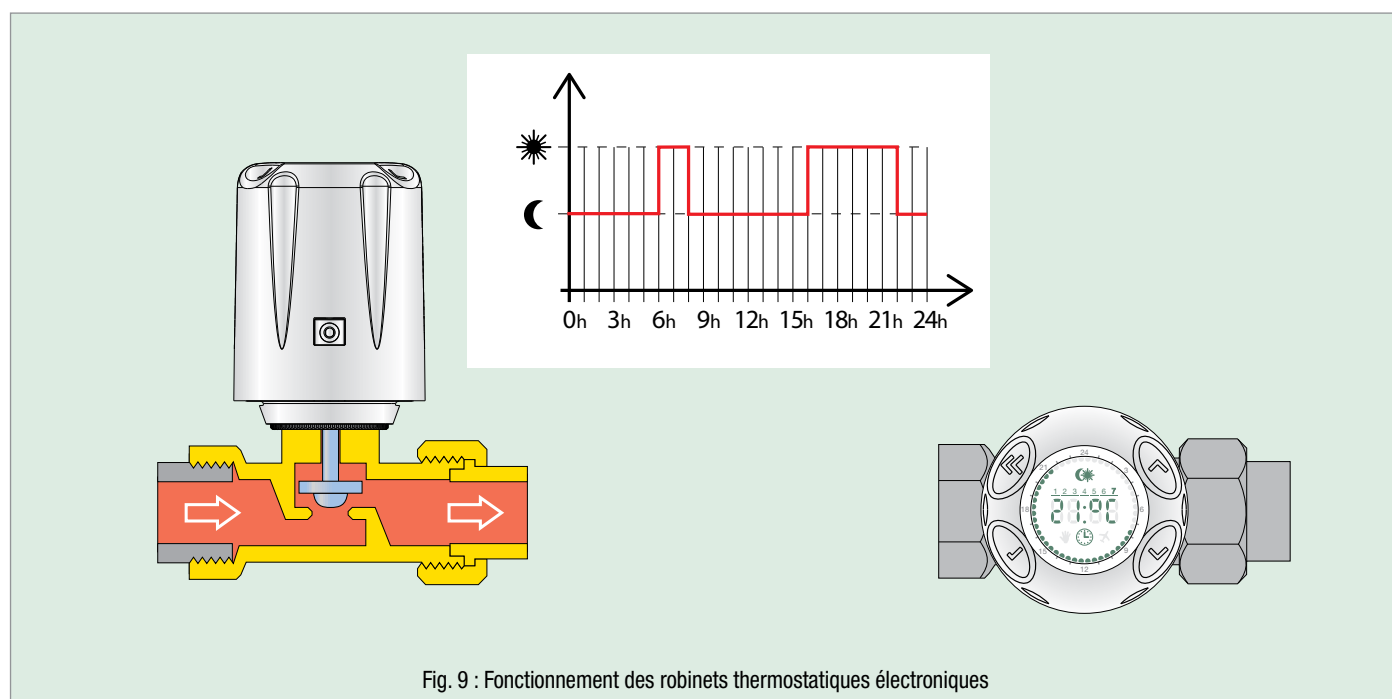


Fig. 8 : Fonctionnement des robinets thermostatiques traditionnels

ROBINETS THERMOSTATIQUES ÉLECTRONIQUES

Ce sont des robinets dotés de tête de type électronique en mesure de réguler la température ambiante sur plusieurs points de consigne. Ils fonctionnent grâce à l'alimentation électrique, normalement garantie par des piles utilisées communément. Ce type de têtes est généralement doté d'une sonde numérique pour la mesure de la température dans la pièce et d'un thermostat qui permet de programmer, quotidiennement ou hebdomadairement, les températures souhaitées. En fonction de la température mesurée, la tête est, donc, en mesure d'évaluer l'écart de température par rapport au point de consigne réglé. Par conséquent, le moteur électrique effectue une modulation en ouverture ou en fermeture du robinet et règle ainsi le débit à l'intérieur du radiateur et la chaleur émise dans la pièce.

Par rapport aux robinets thermostatiques traditionnels, la programmabilité constitue, donc, l'avantage le plus important puisqu'elle permet la gestion de températures différentes dans chaque pièce en fonction de la période de la journée et des exigences d'utilisation des pièces en question. Ils présentent aussi souvent quelques simples fonctions supplémentaires typiques des thermostats classiques, comme la possibilité de réglage en mode vacances pour interrompre provisoirement la programmation normale ou la protection antigel pour éviter tout dommage en cas d'absences prolongées en présence de conditions climatiques particulièrement sévères.



ROBINETS THERMOSTATIQUES CONNECTÉS

Ce sont des robinets dotés de têtes de type électronique de nouvelle génération et ils fonctionnent en régulant le niveau de confort en combinaison avec des capteurs de la température ambiante et une gateway qui gère et contrôle le chauffage du logement et la communication entre les différents appareils. Cette communication fonctionne par ondes radio. Il s'agit donc d'un système de régulation thermique dont font partie plusieurs composants, pouvant être contrôlés à distance, grâce aux caractéristiques de connectivité du réseau Internet.

Tête électronique sans fil

Elle est installée sur les robinets de radiateur et elle est sans fil. L'alimentation électrique est garantie par des piles traditionnelles ou rechargeables, dont la durée doit être préservée pour un fonctionnement durable dans le temps. Dans ce but, comme nous le verrons plus loin, les nouveaux types de têtes sont en mesure de consommer la plus petite quantité d'énergie possible pour exercer leurs principales fonctions : réguler le débit à l'intérieur du radiateur et communiquer à la gateway, via des signaux radio, l'état de fonctionnement et la température dans les pièces.

Nous présentons ci-dessous les principaux composants de la tête électronique sans fil.

Moteur électrique

Les nouvelles têtes abritent un moteur électrique en mesure d'actionner avec une très grande précision l'obturateur du robinet de radiateur. Cet aspect est encore plus efficace lorsqu'il y a une fonction d'autoreconnaissance de la course effective du robinet. Il s'agit d'une caractéristique très importante pour plusieurs motifs : un actionnement précis comporte une régulation très stable au moment d'atteindre et de maintenir la condition de confort demandée. Ceci permet d'éviter des ouvertures et fermetures continues, typiques des régulations moins précises entraînant une consommation d'énergie et compromettant la durée des piles (fig. 11).

Par ailleurs, ceci permet aussi d'atteindre des régulations très raffinées des débits dans les radiateurs, même à des valeurs très basses (10 à 15 l/h). Comme nous le savons, des débits réduits comportent avant tout une économie d'énergie pour les circulateurs et correspondent aussi à des ΔT élevés, condition idéale pour obtenir le maximum d'efficacité dans les installations modernes dotées de chaudières à condensation.

Sonde de température ambiante

Elle a pour fonction de mesurer la température ambiante avec une précision adéquate, caractéristique essentielle pour le fonctionnement du système de régulation thermique. Étant donné qu'elle se trouve à proximité du radiateur et de son robinet traversés par le fluide chaud, la sonde de température (S1 sur la fig. 12) doit être en mesure de fonctionner sans être conditionnée par ces sources d'erreur.

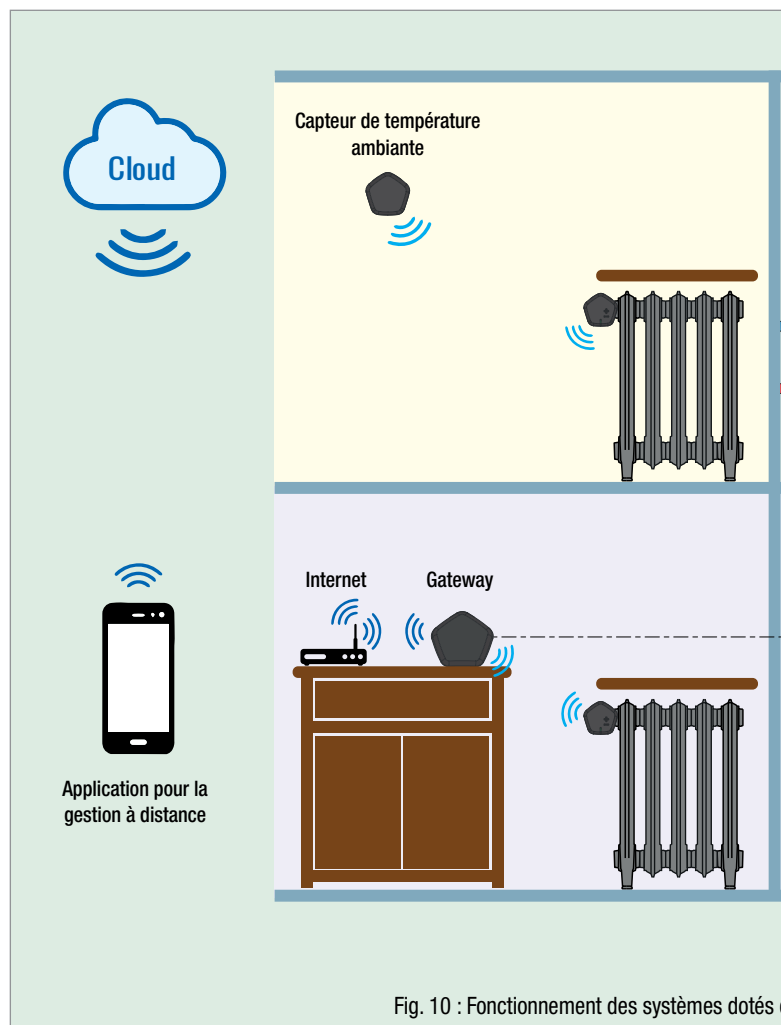


Fig. 10 : Fonctionnement des systèmes dotés

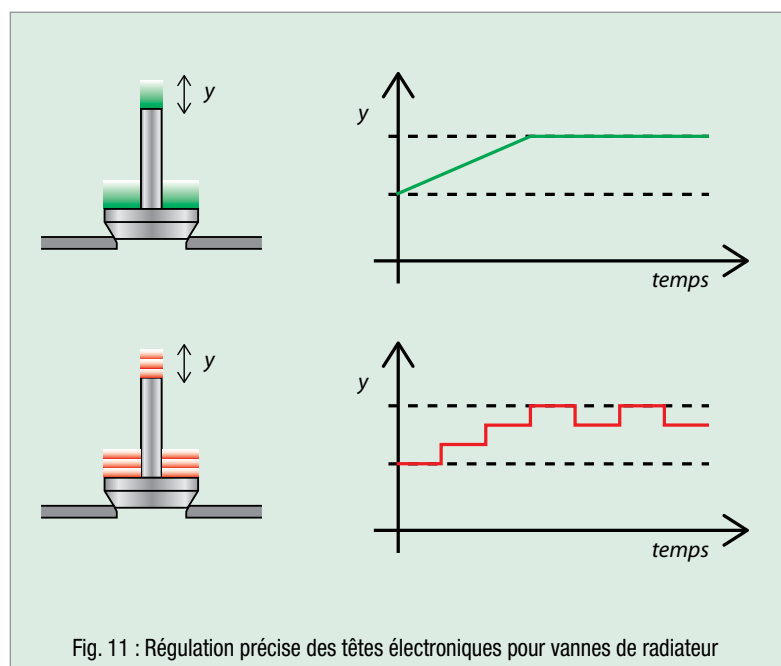


Fig. 11 : Régulation précise des têtes électroniques pour vannes de radiateur

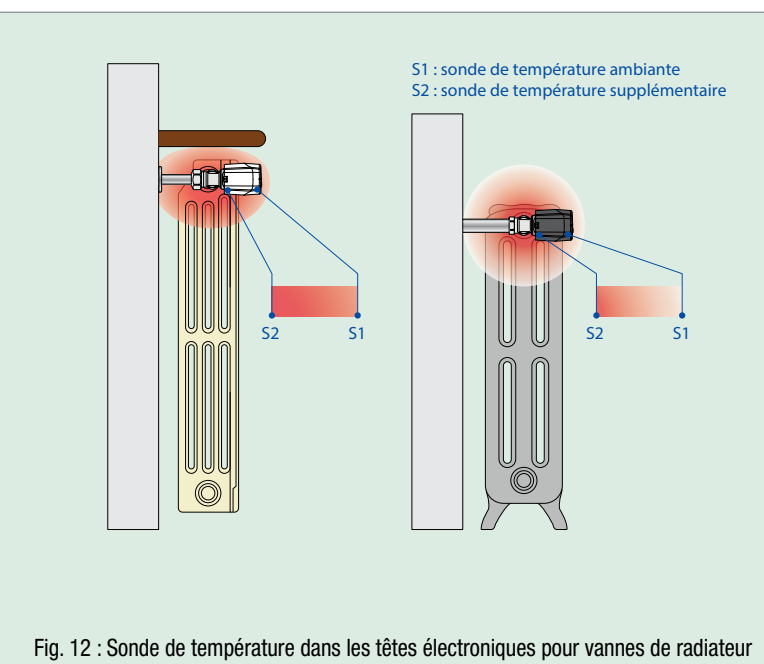
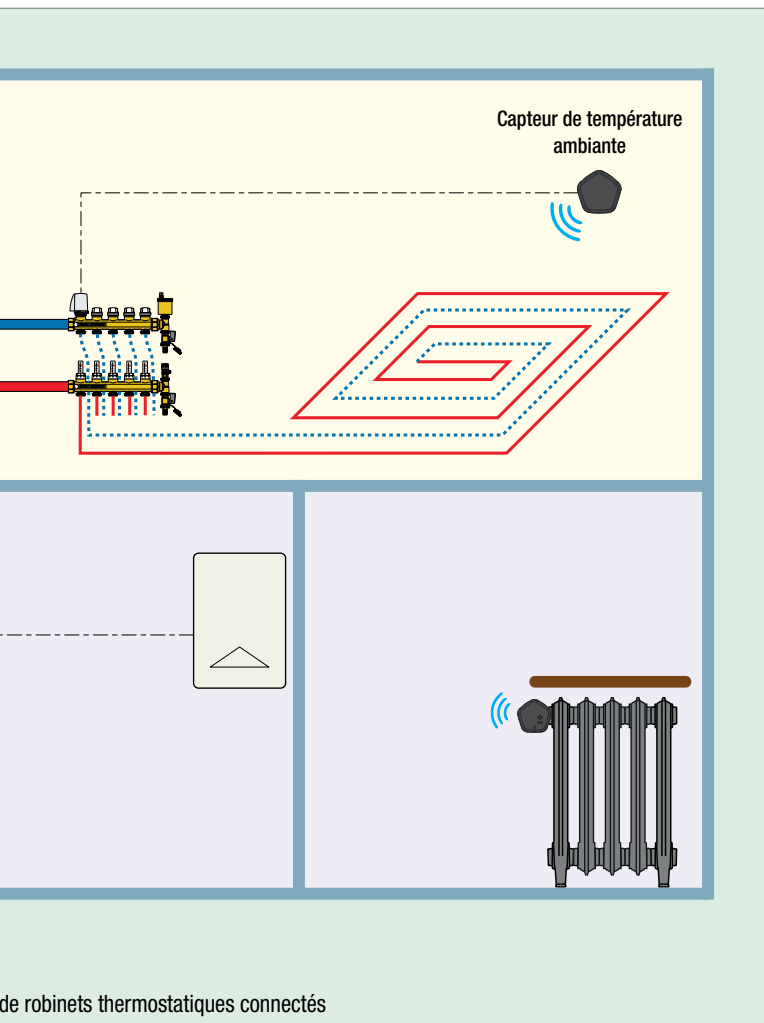


Fig. 12 : Sonde de température dans les têtes électroniques pour vannes de radiateur

C'est pourquoi, dans les têtes de nouvelle génération, elle est placée dans l'extrémité avant et protégée par des isolations thermiques appropriées.

Par ailleurs, le système de régulation enregistre au fil du temps les mesures relevées par la sonde principale et analyse leur comportement (auto-apprentissage) afin de prévoir à l'avance les délais nécessaires pour porter les pièces à la température réglée.

Sonde de température supplémentaire

Les modèles plus avancés sont équipés d'une sonde supplémentaire (S2 sur la fig. 12) qui, placée à proximité du robinet de radiateur, permet de relever l'émission de chaleur provenant du fluide caloporteur. Grâce à ce relevé, le système est en mesure de déduire de façon autonome si l'installation de chauffage est allumée ou éteinte. Cette information peut être utilisée pour effectuer certaines fonctions innovantes comme :

- Inversion automatique été-hiver. Le mode été réduit considérablement la consommation des piles lorsque l'allumage du système n'est pas détecté après un certain laps de temps.
- Signalisation d'anomalies, lorsque le système ne parvient pas à atteindre la température ambiante réglée avec l'installation en marche.

Le système de régulation thermique tire d'autres bénéfices de la présence de la sonde supplémentaire : l'analyse de la différence de température entre les deux sondes installées sur la tête permet de corriger la mesure de la température ambiante, en détectant, par exemple, de façon autonome les cas d'installation sous une tablette si les deux valeurs sont particulièrement proches (fig. 12).

Touches et témoins lumineux

Les têtes connectées n'ont généralement pas besoin d'une interface sur le composant puisque toutes les opérations sont gérées à distance (app pour smartphone). Elles peuvent cependant être dotées de simples touches pour modifier rapidement la température du point de consigne. Ces variations sont généralement désactivées après un certain laps de temps et elles sont indiquées visuellement par des témoins lumineux spécifiques, colorés en fonction de la température réglée.

Gateway

Il s'agit du composant central de tout le système, puisqu'elle contrôle et gère le chauffage du logement selon la programmation définie, communique avec les têtes et les capteurs et est aussi en mesure de se connecter au réseau Internet.

Nous présentons ci-après les principales caractéristiques de la gateway.

Mémoire interne

Les dispositifs gateway les plus évolués sont dotés d'une mémoire interne intégrée, où sont stockées les informations concernant la programmation horaire. Ils peuvent, donc, fonctionner en suivant les réglages mémorisés, même en cas d'interruption de la connexion Internet.

Gestion des zones

La gateway gère la communication avec les appareils installés dans les différentes pièces, dans le but d'effectuer une régulation par zones. L'évolution technique atteinte permet de contrôler plusieurs dizaines de zones et des centaines d'appareils. C'est pourquoi il est possible d'installer des robinets de radiateur connectés non seulement dans des logements privés, mais aussi dans des bâtiments plus grands tels que des bureaux ou des hôtels.

Activation de l'installation

L'allumage de l'installation de chauffage via la gateway est normalement géré par un signal d'autorisation électrique, en liaison avec le générateur ou une vanne de zones. Cependant, sur les gateway de nouvelle génération, il existe aussi la possibilité d'utiliser des protocoles de communication plus avancés, disponibles dans les chaudières plus modernes ou dans le cas d'immeubles dotés d'automatisation (voir Approfondissement : protocole OpenTherm® et directive européenne Ecodesign à la page 29).

Connectivité et mises à jour

La connexion à Internet est généralement possible par câble ou via une connexion à des réseaux Wi-Fi. Il existe aussi des modèles qui renferment un modem pour cartes téléphoniques : de cette façon, il est possible d'exploiter les avantages de la connectivité même là où il n'y a pas de réseau Internet fixe.

La connectivité permet non seulement à l'utilisateur de programmer et de gérer sa propre installation de chauffage à l'aide d'une app spécifique, mais elle permet aussi au fabricant de mettre à jour à distance le logiciel de fonctionnement du système lorsque de nouvelles fonctions sont ajoutées.

Capteurs de température ambiante sans fil

En plus des sondes de température intégrées dans les têtes connectées, il est aussi possible de positionner des capteurs supplémentaires à d'autres endroits du logement. Ces appareils sont, eux aussi, sans fil et communiquent avec la gateway via des signaux radio. Leur installation éventuelle peut s'avérer utile lorsque les têtes se trouvent dans des positions rendant difficile la mesure de la température ou bien lorsqu'il faut réguler le confort dans des pièces très spacieuses, où l'apport de chaleur est généré par plusieurs radiateurs.

En cas de rénovation d'anciennes installations, il existe des versions qui, en plus de leur fonction principale, gèrent l'allumage de la chaudière à la place du thermostat traditionnel déjà présent dans le logement.

Système de communication radio

Comme nous l'avons déjà signalé brièvement, les appareils cités doivent être en mesure de communiquer entre eux, afin de pouvoir assurer les conditions de bien-être thermique dans les différentes pièces, selon la programmation configurée par l'utilisateur. Les têtes connectées, la gateway et même les capteurs de température supplémentaires renferment tous des antennes radio, de façon à envoyer et à recevoir les informations essentielles au fonctionnement du système de régulation thermique.

La communication à ondes radio présente les avantages suivants :

- Il s'agit d'un signal caractérisé par une propagation à longue portée, caractéristique essentielle pour permettre une communication correcte même dans les logements plus spacieux, où la distance entre les différents appareils peut être considérable.
- Elle peut fonctionner avec une consommation d'énergie très réduite.

La fréquence à laquelle les signaux sont envoyés constitue aussi une exigence très importante pour garantir des performances optimales dans la régulation de la température ambiante. En même temps, elle ne doit cependant pas être excessive parce que cela comporterait une réduction de la durée de vie des piles dont sont équipés les appareils périphériques, sans aucun avantage appréciable.

Application pour la gestion à distance

Sur les systèmes avec robinets thermostatiques connectés de dernière génération, l'application (app) pouvant être installée sur les appareils mobiles tels que smartphones et tablettes, représente l'interface avec laquelle l'utilisateur peut donner et personnaliser les instructions de fonctionnement de l'installation de chauffage.

Grâce à la connexion au réseau Internet, l'app interagit directement avec la gateway en effectuant différentes fonctions.

Installation guidée

Lors de l'installation, la configuration et l'association de tous les dispositifs se déroulent grâce à une procédure guidée et aux instructions qui sont affichées à l'écran, étape après étape. Lors de ce processus, il est également possible d'attribuer chaque pièce du logement aux différents composants, de façon à réaliser une régulation par zones.

Programmation

Chacune des zones créées peut être personnalisée en fonction de ses propres exigences : afin d'accélérer les opérations de programmation, les applications sont souvent en mesure d'interagir avec l'utilisateur en posant quelques simples questions sur ses habitudes types. Ceci permet de créer des programmes à phases horaires personnalisés et définis en fonction du confort souhaité à l'intérieur du logement.

Ce système permet d'économiser du temps sans devoir utiliser un programme générique prédéfini comme sur les thermostats traditionnels.

Fonctions rapides

L'app permet d'activer certaines fonctions rapides configurables tant dans une seule zone que dans tout le logement, en cas de besoin par rapport à la programmation réglée.



Mode économie d'énergie (Eco) :

réduit la température programmée pour une plus grande économie.



Mode nettoyage (Clean) :

désactive la partie de l'installation dédiée à la pièce où ont lieu les opérations de nettoyage domestique.



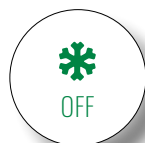
Mode chauffage rapide (Boost) :

augmente la température programmée pour un plus grand confort, par exemple, en cas de retour anticipé à la maison par rapport aux habitudes normales.



Mode vacances (Holiday) :

permet la gestion d'absences prolongées.



Mode antigel (OFF) :

désactive complètement l'installation, en évitant ainsi le risque de gel si des températures très basses sont relevées.



Fig. 13 : Gestion à distance via app pour smartphone

Monitoring des consommations

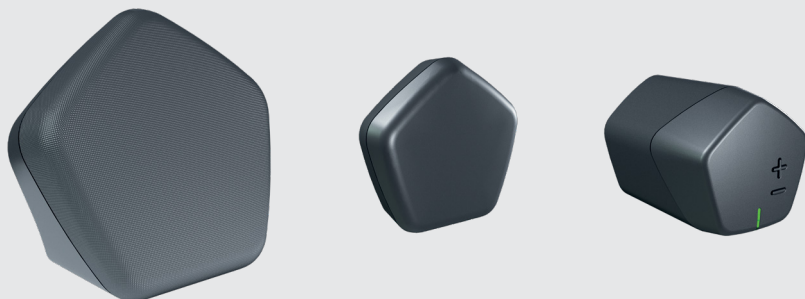
Grâce à l'app, le système permet d'estimer et de surveiller les consommations de son installation. Ces données sont mémorisées, ce qui permet de les analyser périodiquement. L'utilisateur est, par exemple, en mesure de comparer ses consommations avec celles des années précédentes. Par ailleurs, le système analyse périodiquement les informations collectées afin d'optimiser le fonctionnement de l'installation de chauffage et l'économie d'énergie.

État de fonctionnement

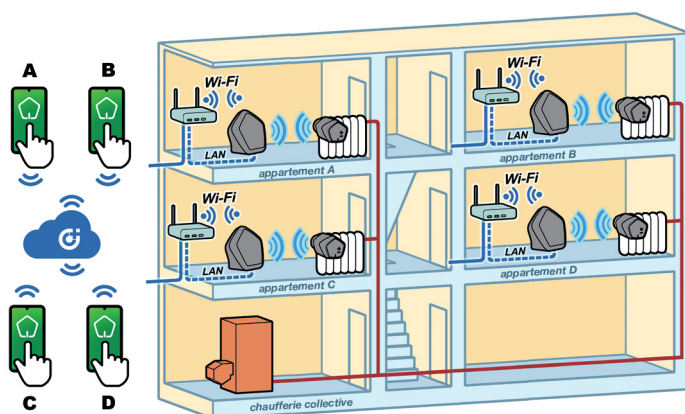
Toutes les informations concernant les différentes zones sont affichées à l'écran du téléphone : température, état de fonctionnement, anomalies éventuelles, énergie résiduelle des piles des appareils.

Assistance technique à distance

L'architecture des systèmes dotés de robinets thermostatiques connectés est en mesure de garantir un service efficace d'assistance en cas de dysfonctionnements éventuels. L'application facilite la solution des problèmes éventuels et permet de les résoudre rapidement et souvent sans qu'il ne soit nécessaire d'intervenir à domicile.



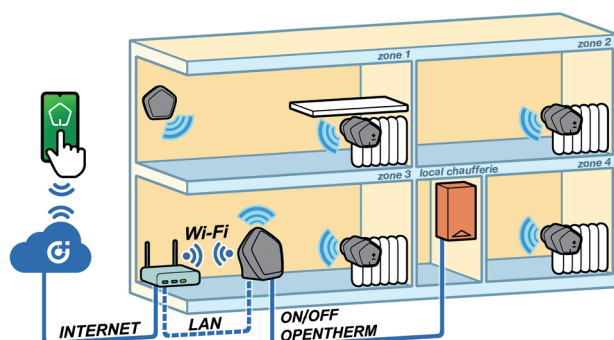
Régulation dans une installation centralisée



Cette situation concerne principalement **les immeubles disposant d'un générateur de chaleur centralisé** qui se déclenche en fonction de phases horaires prédéfinies. Le système permet de distinguer les phases horaires et la température de chaque pièce d'un appartement, **sans gros travaux aux murs ou d'autres interventions**.

Le Gateway reçoit le signal du capteur de température embarqué dans la tête « Comfort control » ou du capteur déporté "Sensor" qui détermine si une zone doit être chauffée, en fonction d'un programme défini par l'occupant.

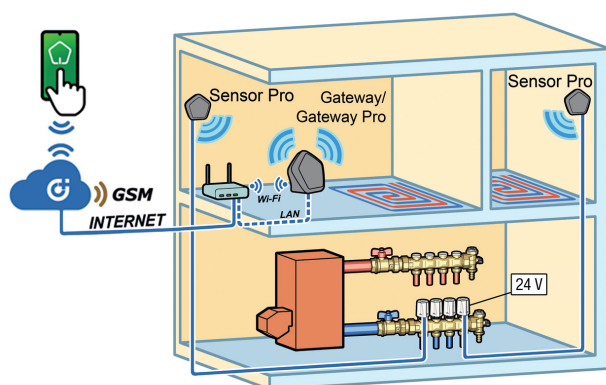
Régulation dans une installation autonome



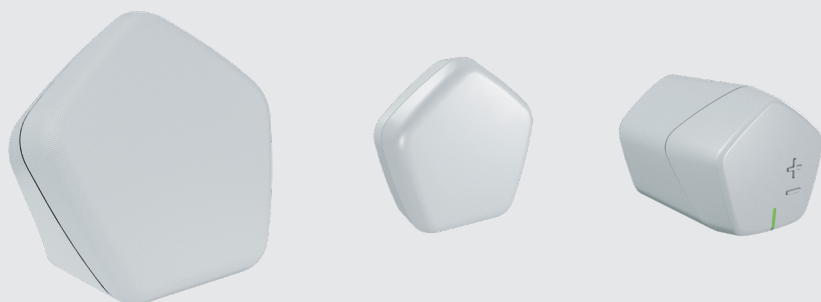
Dans le cas d'un logement individuel, la chaudière est gérée à travers un relais dédié (câblé) dans la Gateway et est enclenchée dès lors qu'une des zones est en demande de chaleur.

Il est possible de relier la chaudière à la Gateway par un simple contact ON/OFF ou par le protocole OpenTherm®, garantissant dans ce cas une régulation plus efficace par rapport à une connexion standard. Le thermostat est alors classé « Évolué », conformément à la classe VIII [Ecodesign Directive].

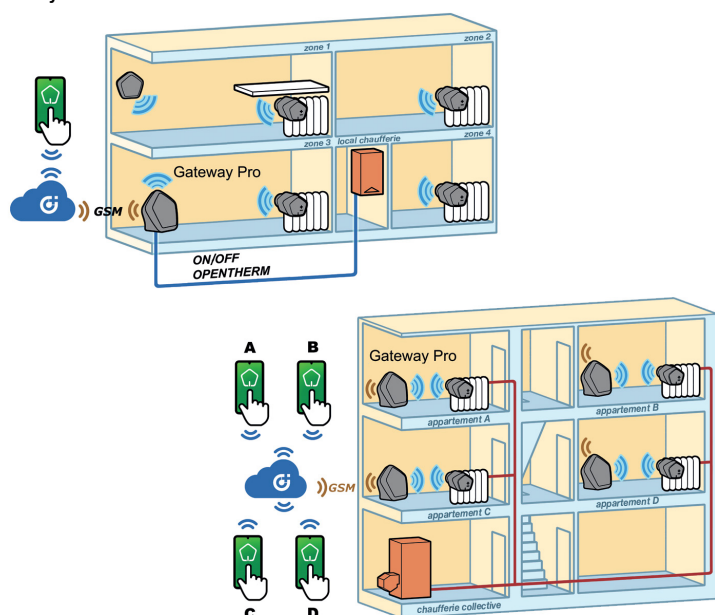
Régulation dans une installation autonome en planchers chauffants uniquement via « Sensor PRO »



Il est aussi possible de gérer une installation en plancher chauffant (uniquement), soit autonome, soit centralisée, en connectant les "Sensors Pro" (capteur de température ambiante avec contact chaudière) aux têtes électrothermiques pour réguler la température de chaque zone indépendamment les unes des autres.



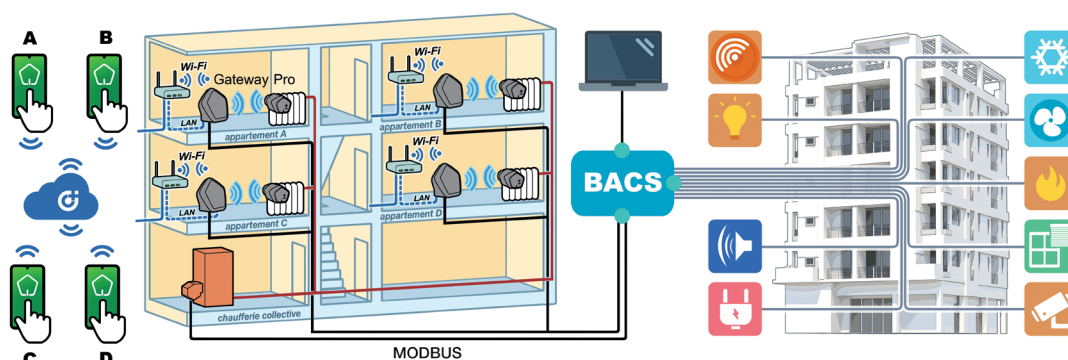
Régulation dans une installation autonome ou centralisée, en l'absence de réseau Wi-Fi, via « Gateway PRO »



CALEFFI CODE® Gateway PRO, dotée d'un modem GSM, UMTS, LTE intégré est la solution idéale pour les résidences secondaires ne disposant pas d'un réseau Wi-Fi ou en l'absence d'un contrat Internet fixe.

Il suffit d'utiliser une carte SIM (non fournie) conforme au standard GSM 11.12 phase 2+ (sauf USIM) pour gérer ce type d'installation.

Utilisation avec les systèmes BACS (Building Automation and Control System)



Caleffi CODE® peut s'interfacer avec les systèmes BACS, systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments, à travers une connexion Modbus-RTU présente sur Gateway PRO.

La Directive européenne (UE) 2018/844 (EPBD-Energy Performance of Buildings) sur la performance énergétique des bâtiments définit le « Système d'automatisation et de contrôle des bâtiments » comme un ensemble comprenant tous les produits, logiciels et services d'ingénierie à même de soutenir le fonctionnement efficace sur le plan énergétique, économique et sûr des systèmes techniques de bâtiment au moyen de commandes automatiques et facilitant la gestion manuelle de ces systèmes techniques de bâtiment. La directive définit également l'indice de la capacité d'un système d'adapter son fonctionnement aux besoins réels de ses occupants et d'améliorer l'efficacité énergétique et la performance globale du bâtiment. Une installation de chauffage disposant d'un système de régulation pour chaque pièce, à distance et à travers une application sur smartphone et tablette permettra d'obtenir un niveau de performance plus élevé.

Avantages pouvant être obtenus en utilisant des robinets thermostatiques connectés

Nous savons qu'une régulation non optimisée peut entraîner des dépenses d'énergie plus élevées que celles réellement nécessaires, en particulier à cause de son influence sur le rendement des différents générateur de chaleur.

Dans ce numéro, par contre, en nous référant à la régulation de la température ambiante, nous préciserons les avantages et les désavantages que comporte l'adoption de différentes solutions appliquées aux installations à radiateurs les plus répandues. Dans ce but, nous verrons comment le choix du système de régulation et les bénéfices qui en découlent sont liés non seulement à la configuration de l'installation, mais aussi aux habitudes de vie quotidienne.

Nous prendrons en considération un logement composé de trois zones distinctes : une zone de jour avec salon et cuisine, une pièce utilisée comme bureau et une zone de nuit comprenant les chambres à coucher.

La régulation de la température ambiante a pour objectif de satisfaire les exigences de bien-être thermique dans les pièces au cours de la journée. Il est normalement possible de régler une température de confort pour les périodes d'occupation et une température plus basse, appelée température réduite, lors des phases horaires au cours desquelles aucun besoin de chaleur n'est prévu. La température réduite a pour objectif d'éviter la désactivation complète de l'installation et, donc, des délais excessifs de remise en régime.

Le logement, schématisé sur la fig. 14, est équipé d'une installation à radiateurs dont nous analyserons trois différents types de distribution :

1. installation à colonnes montantes, typique des appartements dans les immeubles résidentiels avec installation centralisée ;
2. installation à une seule zone, répandue dans les immeubles résidentiels plus modernes ou les logements privés individuels ;
3. installation à deux zones, utilisée le plus souvent dans les logements privés afin de subdiviser les principaux espaces domestiques.

Pour chacun de ces cas, nous évaluerons quelques solutions différentes de régulation tant du point de vue du niveau de confort pouvant être atteint que du point de vue des économies possibles. Pour ce faire, il faut tenir compte du besoin réel de confort en fonction des habitudes quotidiennes, résumées, pour des questions de simplicité, en trois différents besoins de confort (constant, régulier ou irrégulier) sur un laps de temps de trois jours, dont deux jours ouvrables et un jour férié.

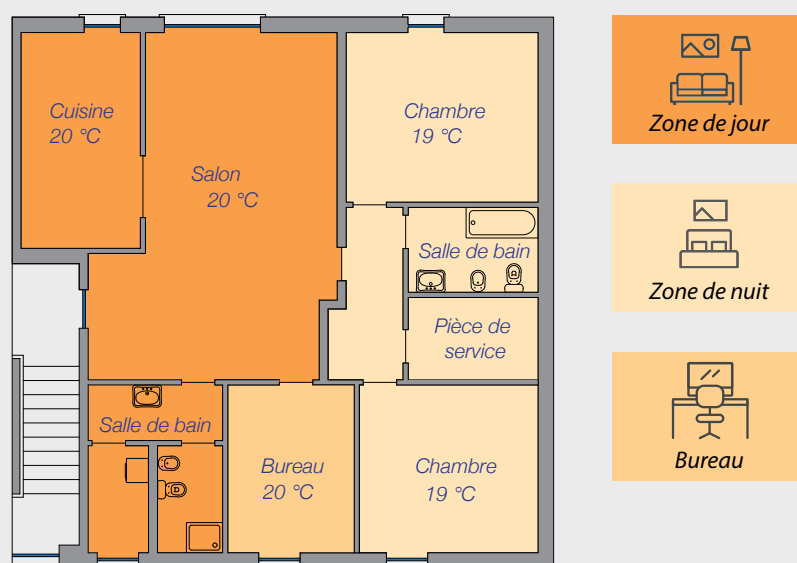


Fig. 14 : Espaces et pièces typiques d'un appartement à usage résidentiel

Besoin de confort constant

Cas typique des personnes qui vivent principalement à la maison, comme, par exemple, les personnes âgées, et il est caractérisé par un besoin constant de bien-être thermique (fig. 15). Dans ce cas, nous avons pris en considération une température de confort de 20 °C pour la zone de jour et le bureau et de 19 °C pour la zone de nuit.

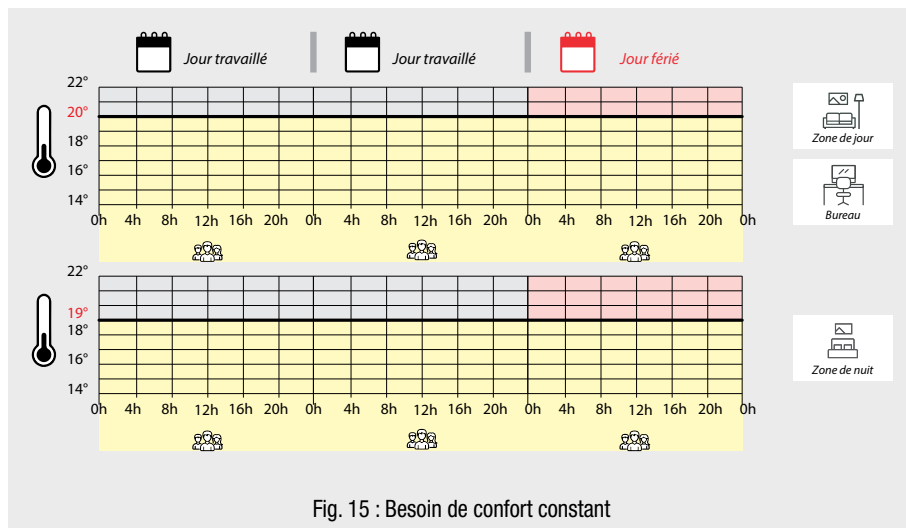


Fig. 15 : Besoin de confort constant

Besoin de confort régulier

Ce cas simule l'utilisation des espaces typique des personnes qui s'absentent de chez eux à des horaires réguliers et répétitifs. Le besoin des zones, comme l'illustrent les graphiques de la fig. 16, est entre les jours travaillés et les jours fériés.

Lors des jours travaillés, nous présumons une utilisation de la zone de jour pendant les heures du matin et celles du soir. Lors des jours fériés, par contre, nous avons considéré la zone de jour et le bureau comme étant occupés pendant les heures diurnes. La zone de nuit est utilisée régulièrement et de façon indistincte entre les jours travaillés et les jours fériés.

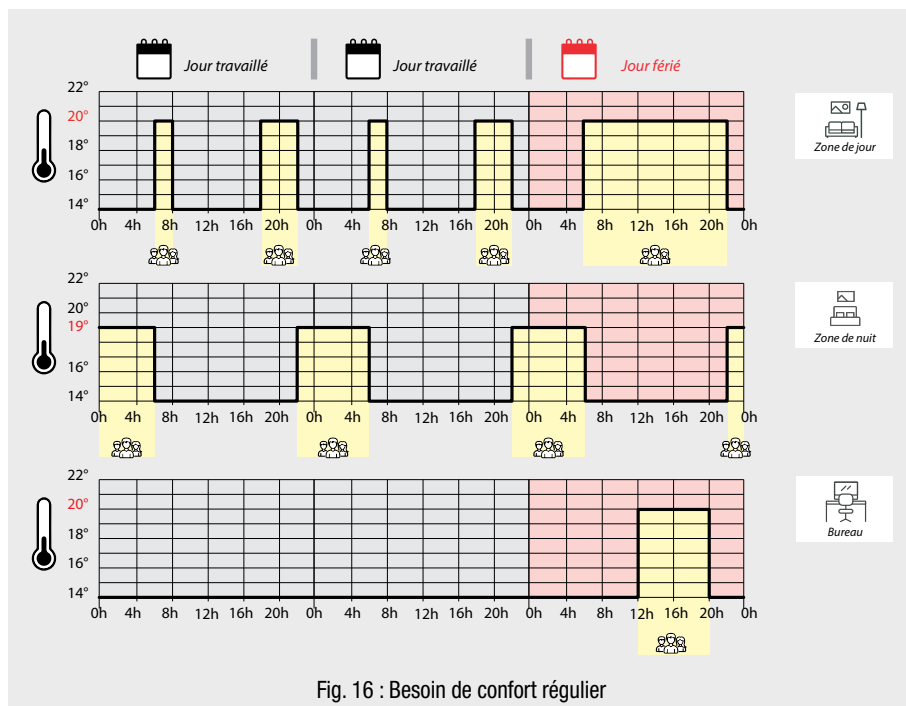


Fig. 16 : Besoin de confort régulier

Besoin de confort irrégulier

Ce cas reproduit l'utilisation des espaces typique des personnes qui n'ont pas d'horaires fixes de permanence chez eux ou qui, par exemple, voyagent souvent.

Pour tenir compte de ces aspects sur la fig. 17, nous avons supposé, dans ce cas, une absence complète (imprévue) au cours d'un jour travaillé.

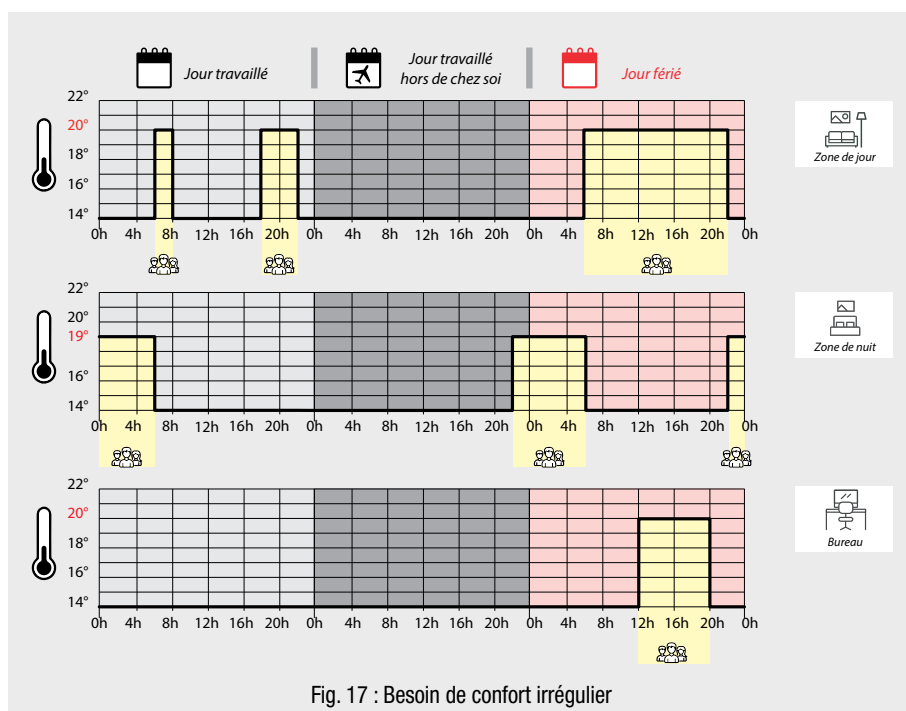
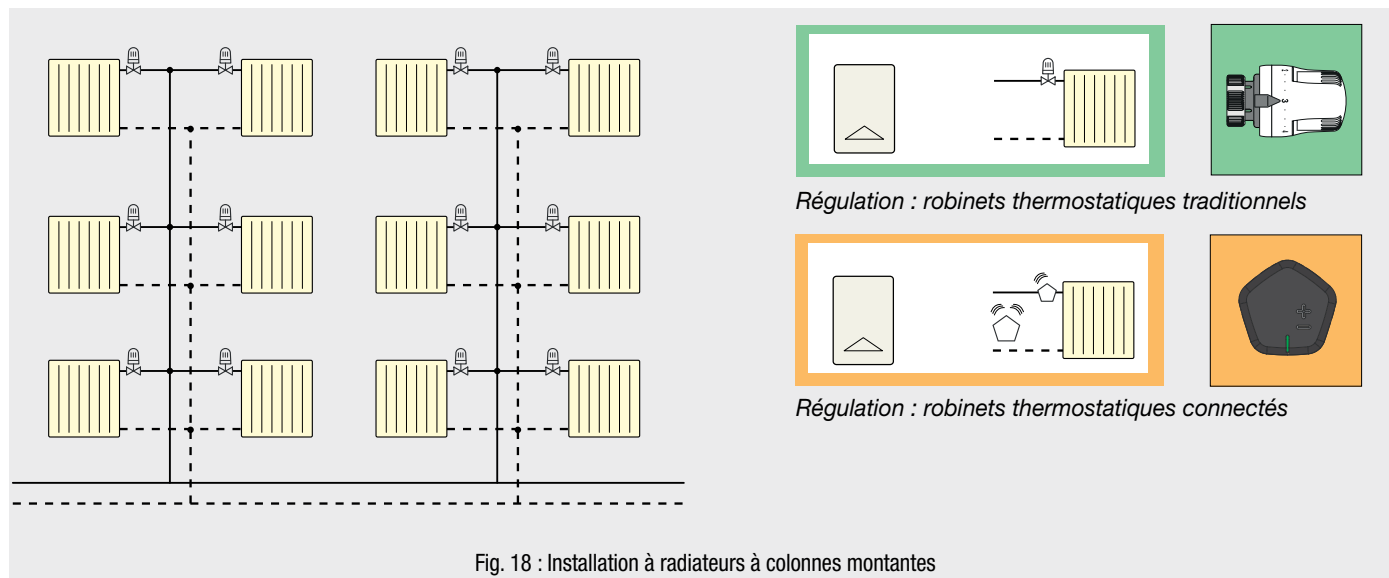


Fig. 17 : Besoin de confort irrégulier

LA RÉGULATION DANS LES INSTALLATIONS CENTRALISÉES À RADIATEURS

Description de l'installation



Dans les installations centralisées à colonnes montantes, les radiateurs de chaque appartement sont servis par une distribution de type vertical (fig. 18) qui ne permet pas l'installation d'une ou de plusieurs vannes de zone. Les solutions de régulation prises en considération sont les suivantes :

- Robinets thermostatiques traditionnels. Il s'agit d'une solution largement diffusée dans ces installations, grâce aux récentes rénovations énergétiques.
- Robinets thermostatiques connectés. Il s'agit d'une solution innovante qui permet la gestion intelligente des différents espaces.

Par contre, pour simplifier les explications, nous ne prendrons pas en considération l'allumage et l'extinction de la chaudière centralisée.

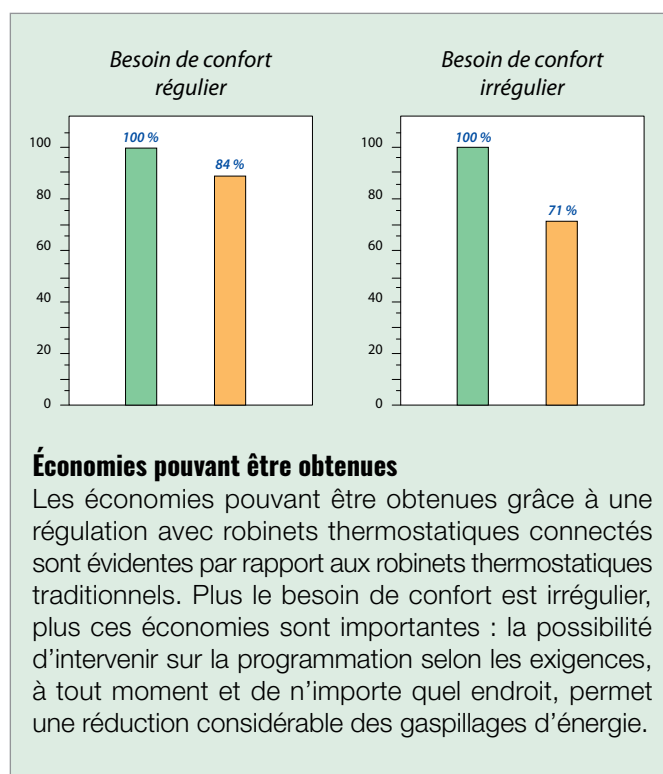
Caractéristiques et performances

Les graphiques de la fig. 19 illustrent les comportements des températures dans les différents espaces domestiques dans le cas de besoin de confort irrégulier au cours des journées :

- Les robinets thermostatiques permettent de limiter le chauffage excessif des espaces en maintenant les températures constantes quel que soit le besoin réel. Ils garantissent, donc, un niveau de confort élevé au mais au

prix d'une consommation excessive d'énergie en l'absence de besoin de chaleur.

- Les robinets thermostatiques connectés permettent une gestion séparée de chaque espace domestique, même dans le cas d'installations à colonnes montantes. Ils sont aussi en mesure de fournir la juste quantité de chaleur en suivant le besoin réel, tant grâce à la possibilité de programmation des phases horaires que grâce à la possibilité de commande à distance en cas de variations des habitudes.



Appartement avec besoin de confort irrégulier



Jour travaillé



Jour travaillé
hors de chez soi



Jour férié

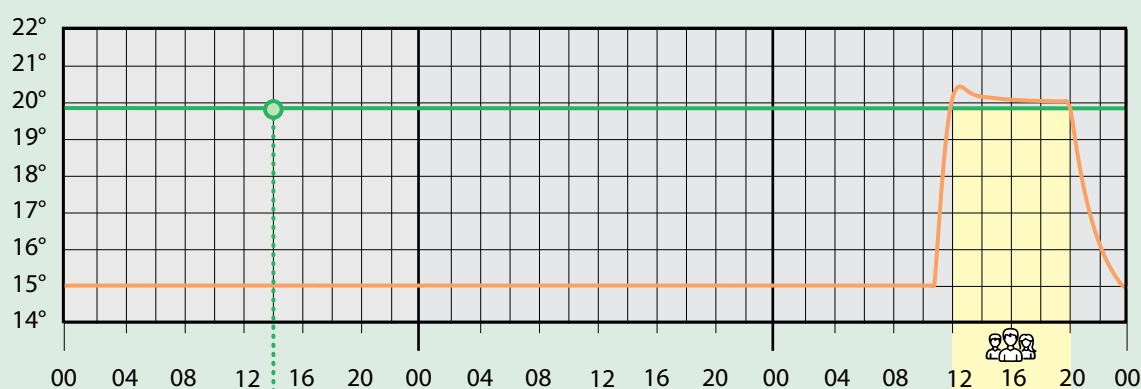
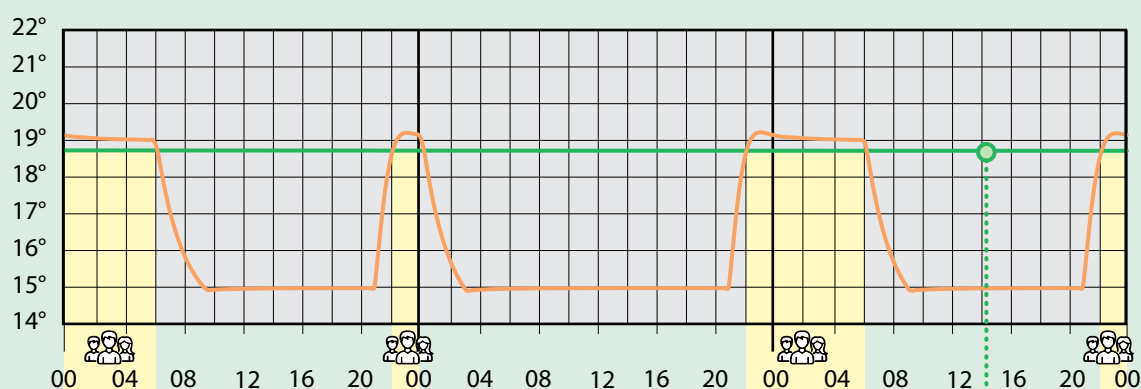
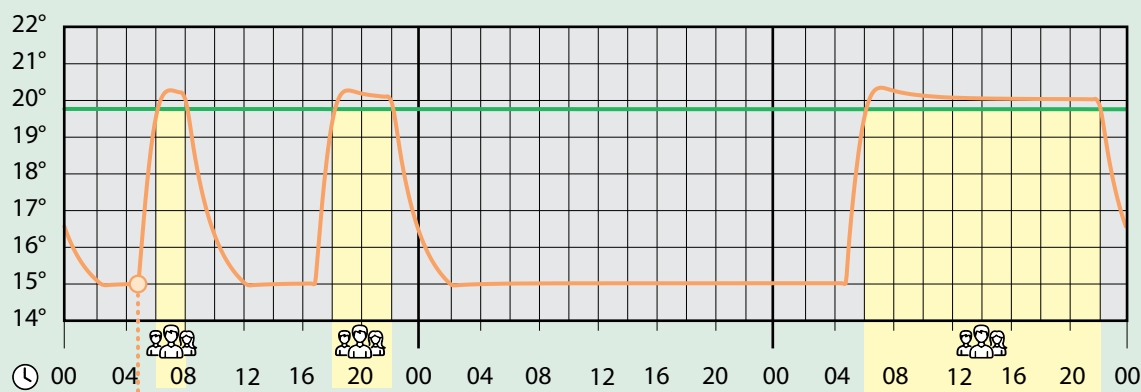


Fig. 19 : Différences entre diverses solutions de régulation thermique dans le cas d'installations à radiateurs à colonnes montantes

LA RÉGULATION DANS LES INSTALLATIONS AUTONOMES DE CHAUFFAGE PAR RADIATEURS À UNE SEULE ZONE

Description de l'installation

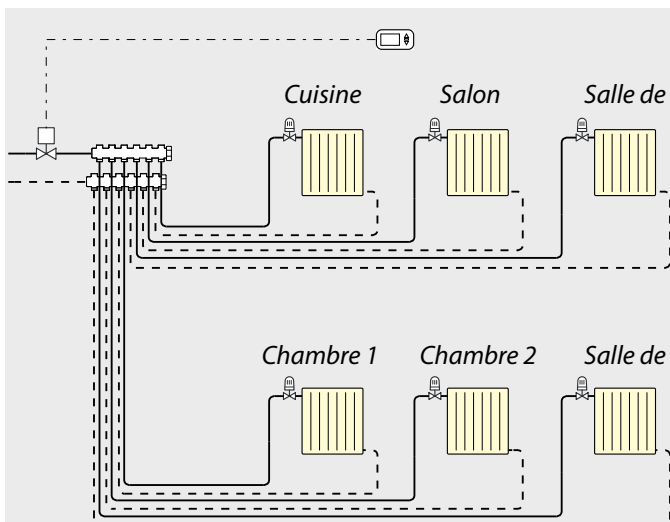
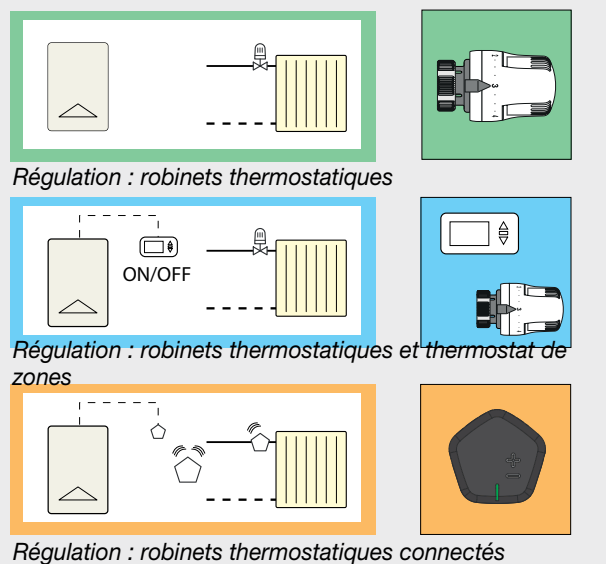


Fig. 20 : Installation à radiateurs à une seule zone



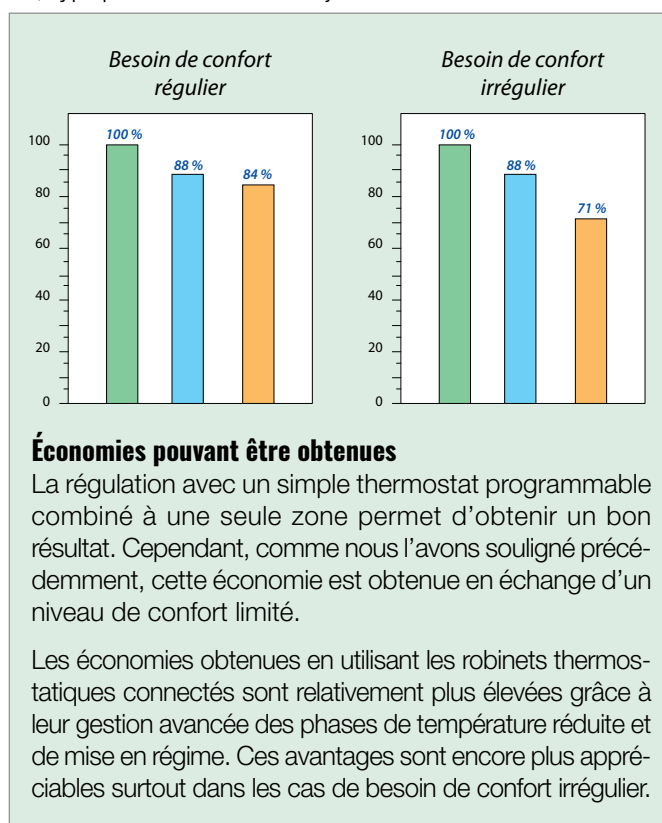
L'installation à une seule zone est caractérisée par une distribution par collecteurs reliant les radiateurs. C'est le cas, par exemple, d'appartements dotés d'installations autonomes de chauffage ou servis par des installations centralisées dans des immeubles de construction récente. Considérons :

- Robinets thermostatiques traditionnels qui représentent la régulation la plus simple.
- Robinets thermostatiques traditionnels combinés à un thermostat programmable. Ils exploitent la présence d'un thermostat programmable qui commande une vanne de zones (ou le générateur de chaleur) grâce à une programmation prédéfinie en fonction des exigences d'une zone de référence, typiquement la zone de jour.
- Robinets thermostatiques connectés : il s'agit d'une solution innovante qui permet la gestion intelligente des différents espaces, sans vanne de zones.

Caractéristiques et performances

Les graphiques de la fig. 21 illustrent les comportements des températures dans les différentes zones domestiques dans le cas de besoin de confort irrégulier au cours des journées :

- Les robinets thermostatiques limitent le chauffage excessif des espaces en maintenant les températures constantes quel que soit le besoin réel : niveau de confort élevé mais consommation excessive d'énergie.
- L'utilisation d'un thermostat programmable permet de gérer la zone de jour avec des phases de confort, qui exploitent l'action des têtes thermostatiques, alternées à des phases de température réduite. Elle garantit donc un bon niveau de confort uniquement pour l'espace contrôlé directement, mais non pour la zone de nuit et le bureau. Par conséquent, en plus d'un bien-être limité, il y a aussi une consommation superflue d'énergie au cours des heures où il n'y a pas un besoin réel.
- Les robinets thermostatiques connectés sont aussi en mesure de fournir la juste quantité de chaleur en suivant le besoin réel.



Appartement avec besoin de confort irrégulier



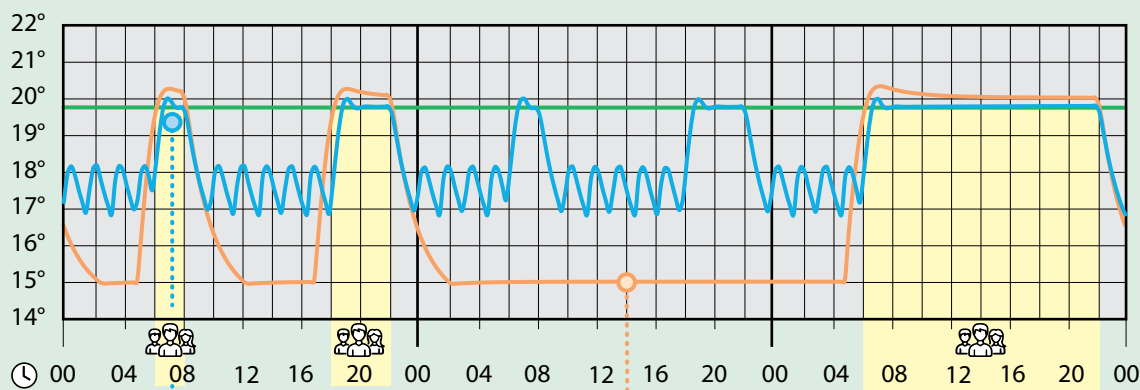
Jour travaillé



Jour travaillé
hors de chez soi



Jour férié



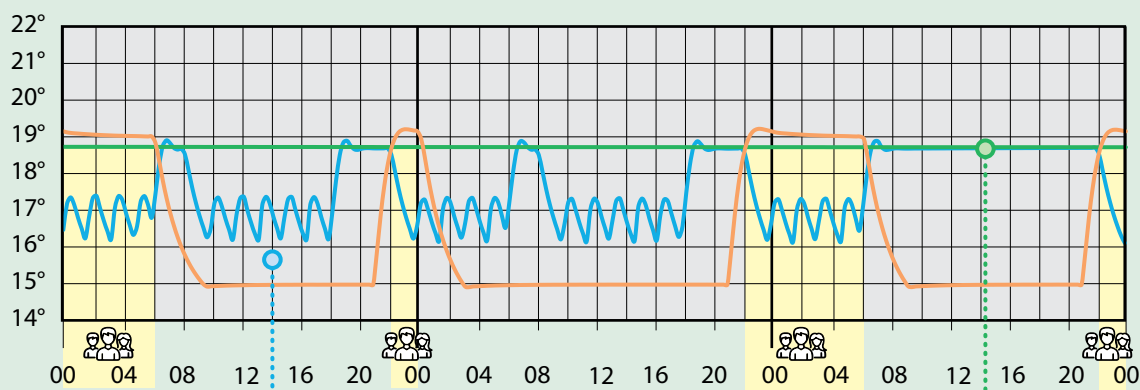
Le thermostat programmable permet un bon niveau de confort lors des phases horaires prédéfinies pour la zone directement régulée.

La régulation à l'aide de robinets thermostatiques connectés est en mesure de gérer les absences imprévues par rapport aux habitudes régulières.

Zone de jour



Zone de nuit



En suivant la programmation de la zone de jour, la régulation par thermostat programmable ne peut pas garantir le confort dans les autres espaces et entraîne un gaspillage d'énergie.

Les têtes thermostatiques peuvent uniquement être réglées sur la température souhaitée pour chaque espace.

Studio

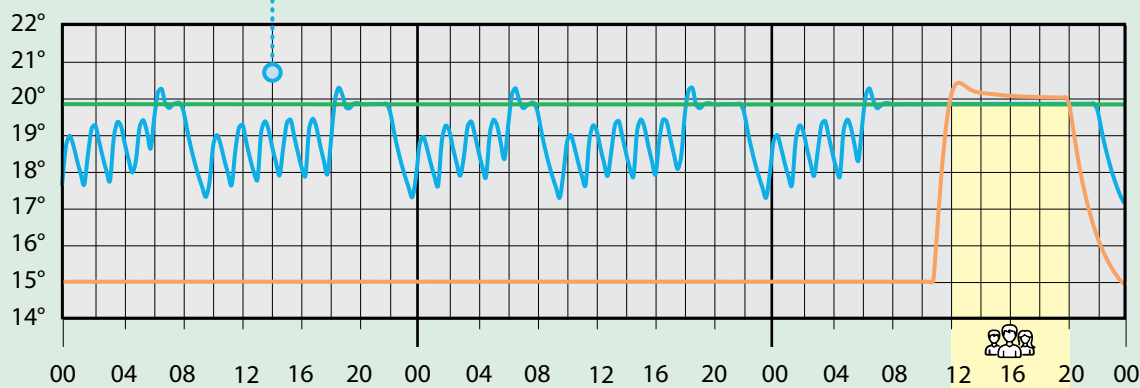
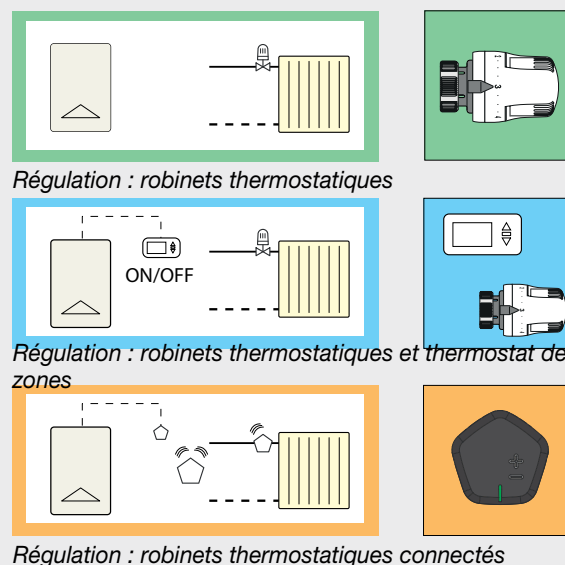
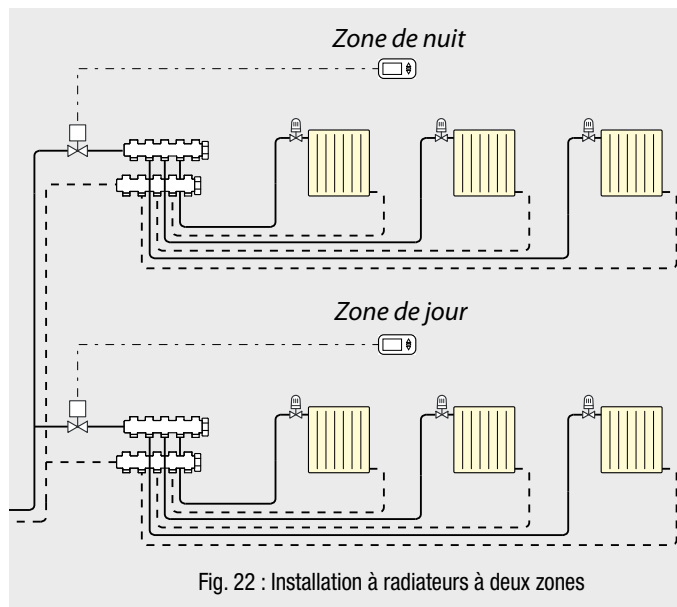


Fig. 21 : Différences entre diverses solutions de régulation thermique dans le cas d'installations autonomes de chauffage par radiateurs à une seule zone

LA RÉGULATION DANS LES INSTALLATIONS AUTONOMES DE CHAUFFAGE PAR RADIATEURS À DEUX ZONES

Description de l'installation



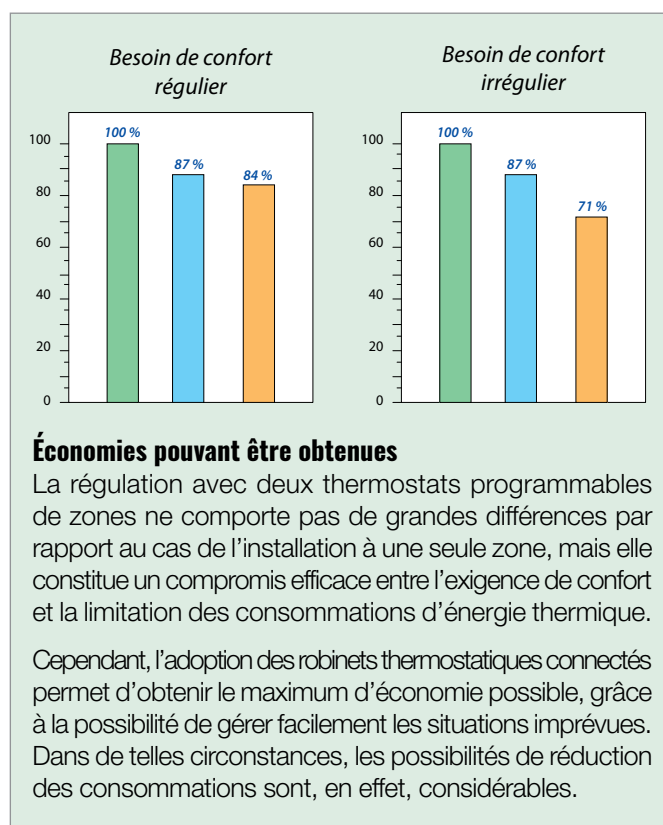
L'installation à deux zones est, elle aussi, caractérisée par une distribution par collecteurs reliant les radiateurs de chacune des zones, la zone de jour et la zone de nuit. C'est une solution qui peut exister dans les logements privés individuels. Dans ce cas, nous considérons les solutions suivantes de régulation :

- Robinets thermostatiques traditionnels : c'est la régulation la plus simple.
- Robinets thermostatiques traditionnels combinés à des thermostats programmables : ils exploitent la présence de deux thermostats programmables qui commandent les vannes de zones grâce à une programmation diversifiée pour les deux zones principales (zone de jour et zone de nuit).
- Robinets thermostatiques connectés : il s'agit d'une solution innovante qui permet la gestion intelligente des différentes zones sans vannes de zones.

Caractéristiques et performances

Dans ce cas aussi, les graphiques de la fig. 23 se réfèrent au cas de besoin de confort irrégulier au cours de la journée :

- Les robinets thermostatiques maintiennent les températures constantes quel que soit le besoin réel : niveau de confort élevé mais consommation excessive d'énergie.
- L'utilisation de deux thermostats programmables permet de gérer tant la zone de jour que la zone de nuit avec des phases de confort, qui exploitent l'action des têtes thermostatiques, alternées à des phases de température réduite. Elle garantit donc un bon niveau de confort pour chaque zone grâce à une programmation adéquate. Cependant, en cas d'absences imprévues, il n'est pas possible d'éviter des apports inutiles de chaleur.
- Les robinets thermostatiques connectés permettent d'obtenir d'excellentes performances tant en termes de confort qu'en termes de consommation d'énergie.



Appartement avec besoin de confort irrégulier



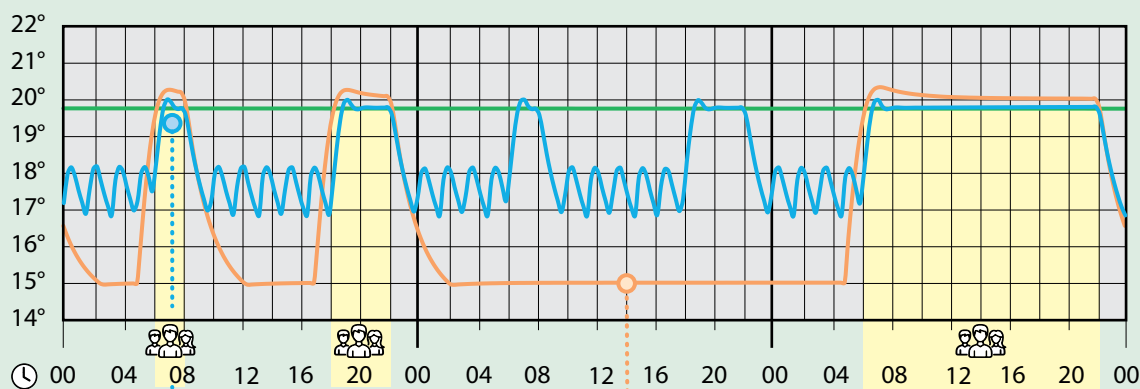
Jour travaillé



Jour travaillé
hors de chez soi

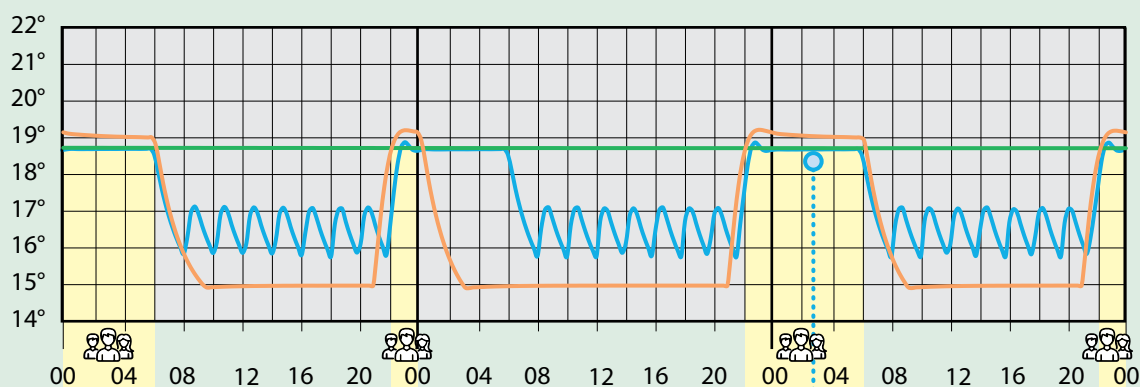


Jour férié

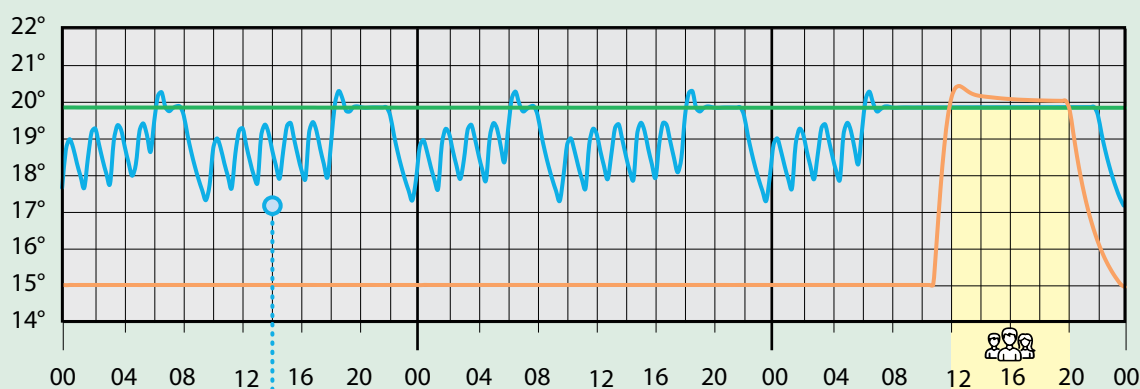


Le thermostat programmable permet un bon niveau de confort lors des phases horaires prédéfinies pour la zone directement régulée.

La régulation à l'aide de robinets thermostatiques connectés permet des économies considérables en cas d'absences imprévues par rapport aux habitudes normales.



Le deuxième thermostat programmable permet d'obtenir un bon niveau de confort également dans la zone de nuit, grâce à une programmation dédiée



La régulation du bureau suit la programmation de la zone de jour. Par conséquent, il n'est pas possible d'éviter des gaspillages d'énergie dans cette zone.

Fig. 23 : Différences entre diverses solutions de régulation thermique dans le cas d'installations autonomes de chauffage par radiateurs à deux zones

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES EXEMPLES TRAITÉS

	Installations à colonnes montantes			Installations par zones		
						
Équilibre thermique des pièces Réglage et maintien de la température de confort souhaitée dans les pièces.	✓	—	✓	✓	✓	✓
Autonomie thermique Possibilité de programmer les températures et les phases horaires de confort et de réduction.	✗	—	✓	✗	✓	✓
Programmation par zones Possibilité de différencier la programmation dans les différentes pièces.	✗	—	✓	✗	1	✓
Confort thermique Température de confort atteinte « quand et là où » elle est nécessaire.	✓	—	✓	✓	1	✓
Réduction des gaspillages Possibilité d'éviter de chauffer les pièces en cas d'absences imprévues.	✗	—	✓	✗	2	✓
Fonctions connectées Fonctionnalités avancées pour la gestion et le monitoring à distance.	✗	—	✓	✗	✗	✓



Dans les installations dotées de thermostats traditionnels, plus le nombre de zones créées augmente, plus la programmation et la gestion du confort sont efficaces. Cet aspect dépend de la solution d'installation adoptée et donc du nombre de vannes de zones physiquement installées.



Il n'est possible de réduire les gaspillages qu'en cas d'absences prévisibles, en modifiant adéquatement les réglages programmés en agissant directement sur les thermostats à l'intérieur du logement. Les thermostats traditionnels ne sont, en effet, pas dotés de la possibilité de contrôle à distance.

Approfondissement : protocole OpenTherm® et directive européenne Ecodesign

La connexion et la communication entre les différents composants d'une installation de chauffage ont traditionnellement lieu grâce à de simples contacts électriques. Par exemple, les thermostats de type traditionnel sont en mesure d'activer ou de désactiver le générateur par le biais d'un signal d'activation, lorsque le besoin de mettre l'installation en marche est détecté. Il s'agit donc d'une simple régulation de type ON/OFF, qui a lieu en ouvrant ou en fermant un contact électrique dédié.

La volonté de réaliser des régulations de plus en plus avancées a entraîné le besoin d'échanger beaucoup plus d'informations entre les différents appareils (chaudières, thermostats, capteurs, etc.), une opération qui n'est certes pas possible avec une autorisation électrique normale, et est encore plus complexe lorsque les composants installés sont produits par différents fabricants. Dans le but de surmonter ces limitations, des protocoles de communication communs et indépendants, en mesure d'échanger avec efficacité des flux de données entre les différents composants, ont été réalisés selon certains standards partagés. Comme exemple, citons le protocole de communication OpenTherm®, de plus en plus utilisé dans le domaine HVAC.

Le protocole OpenTherm® définit le **langage de communication**, c'est-à-dire la façon dont sont définies les données à rendre exploitables, et l'**interface**, c'est-à-dire le moyen à travers lequel échanger les données (généralement par câble ou parfois aussi par le biais de systèmes à ondes radio).

En reprenant l'exemple de la connexion entre thermostat et chaudière, il devient donc possible d'effectuer des régulations évoluées, comme la modulation de la puissance générée en fonction de la température ambiante réelle mesurée et des conditions climatiques extérieures.

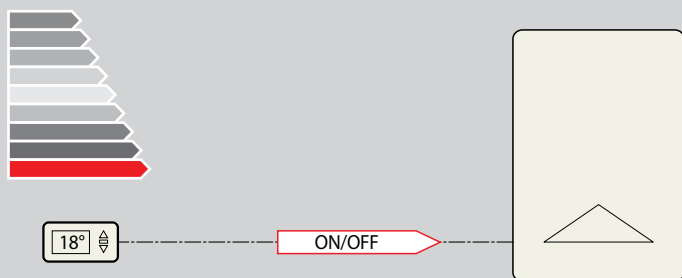


Fig. 24 : Régulation thermique traditionnelle

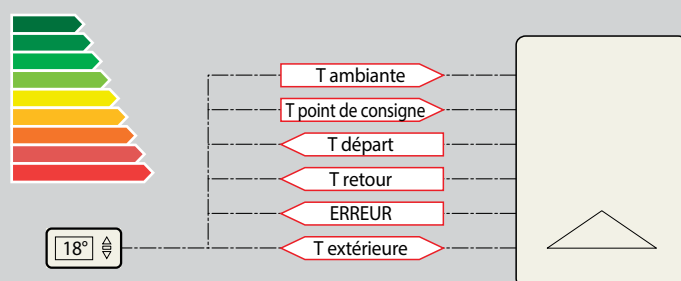


Fig. 25 : Régulation thermique avec protocole de communication avancé

Un sujet étroitement lié aux potentialités décrites précédemment est celui des classements énergétiques des dispositifs, dont dépendent souvent les mécanismes d'incitation fiscale. En ce qui concerne les systèmes de régulation thermique, les classes qui leur sont associées sont définies par la directive européenne Ecodesign, concernant l'efficacité énergétique des ensembles d'équipements pour le chauffage d'ambiance et le contrôle de la température. Les systèmes de régulation à zones en mesure de communiquer via protocole OpenTherm® avec des chaudières modulantes garantissent une régulation plus efficace que dans le cas d'une connexion traditionnelle. Dans ce cas, conformément aux dispositions prévues par la directive mentionnée, la régulation thermique est de type « évolué » et peut rentrer dans la classe la plus haute. Nous reportons brièvement ci-dessous les caractéristiques synthétiques des différentes classes prévues par la directive.

	Chaudière ON/OFF	Chaudière MODULANTE	Sonde extérieure pour régulation climatique	Thermostat d'ambiance ON/OFF	Thermostat d'ambiance TPI	Thermostat d'ambiance MODULANT	Capteurs de température ambiante (min. 3)	Régulation par zones
VIII		✓				✓	✓	✓
VII	✓		✓			✓		
VI		✓	✓			✓		
V		✓				✓		
IV	✓				✓			
III	✓		✓					
II		✓	✓					
I				✓				

LA BEAUTÉ DE L'INTELLIGENCE



La recherche et la fiabilité Caleffi donnent naissance à CALEFFI CODE® Série 215. Le système connecté qui contrôle le climat de chaque pièce du logement de façon indépendante, tant dans le cas d'installations autonomes que centralisées. Sans négliger le plaisir lié au design et à une utilisation simple. **GARANTI CALEFFI.**

CALEFFI
CODE

code.caleffi.com